



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

VICTOR ANDRADE LUZ CARNEIRO

Manual Prático de Compatibilização de Projetos para Edificações

**PALMAS
2024**

VICTOR ANDRADE LUZ CARNEIRO

Manual Prático de Compatibilização de Projetos para Edificações

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do curso de Engenharia Civil Instituto
Federal do Tocantins - Campus Palmas, como
exigência à obtenção do grau em Engenheiro Civil.

Orientadora: Professora Dra. Elen Oliveira Vianna

PALMAS

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

C289m Carneiro, Victor Andrade Luz
Manual Prático de Compatibilização de Projetos para Edificações
/ Victor Andrade Luz Carneiro. – PALMAS, TO, 2024.
125 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Palmas, PALMAS, TO, 2024.

Orientadora: Dra. Elen Oliveira Vianna

1. Compatibilização de Projetos. 2. Coordenação BIM. 3. Manual de procedimentos. I. Oliveira Vianna, Elen. II. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

VICTOR ANDRADE LUZ CARNEIRO

Manual Prático de Compatibilização de Projetos para Edificações

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do curso de Engenharia Civil
Instituto Federal do Tocantins - Campus
Palmas, como exigência à obtenção do grau em
Engenheiro Civil.

Aprovado em: _05_/_04_/2024__

BANCA AVALIADORA

Documento assinado digitalmente



ELEN OLIVEIRA VIANNA

Data: 04/05/2024 14:49:22-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professora Dra. Elen Oliveira Vianna

Orientadora

Documento assinado digitalmente



GILSON MARAFIGA PEDROSO

Data: 06/05/2024 14:58:54-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Gilson Marafiga Pedroso

Avaliador 1

Documento assinado digitalmente



GUSTAVO NEPOMUCENO ARAÚJO

Data: 06/05/2024 15:09:14-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Eng. Gustavo Nepomuceno Araújo

Avaliador 2

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela minha vida que é o melhor presente que Ele me concedeu. Agradeço a Deus por ter me dado oportunidade de cursar o curso de Engenharia Civil no IFTO, uma fase de muitíssima importância em minha trajetória pelo planeta Terra.

Agradeço a minha família, que sempre fez por mim muito mais do que eu mereço, agradeço de coração a todo apoio que me deram para me ajudar a finalizar essa etapa que foi a escrita e apresentação do meu TCC, que por muitas vezes achei que não fosse acontecer. Agradeço ao apoio e suporte da minha namorada que também me incentivou a concluir esse trabalho para conseguir finalizar de uma vez por todas meu período na faculdade. Meu total agradecimento a todos vocês que são meu suporte diário e meu alicerce para prosseguir com os desafios diários.

Agradeço o escritório de engenharia ProjAlpha, no nome do engenheiro Presley Andrade, pela disponibilidade no ensino das práticas de projetos e no aperfeiçoamento das habilidades adquiridas na faculdade para execução com excelência de empreendimentos na engenharia civil. Agradeço ao engenheiro Kleibson Gustavo, pelo excelente apoio e contribuição na realização dos inúmeros projetos realizados, incluindo este presente trabalho. O cerne de um bom desenvolvimento prático das competências da atuação de um engenheiro civil se dá com a colaboração de ideias e soluções.

Agradeço à minha professora orientadora Dra. Elen Oliveira por toda orientação, ajuda e conselhos que foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho, como também agradeço a banca do meu TCC pelas correções e conselhos que são necessários para o aprimoramento de todo o conhecimento sobre o assunto abordado.

RESUMO

A evolução das práticas de projeto na indústria da construção civil experimentou uma transformação significativa ao migrar do ambiente de trabalho 2D para o 3D, impulsionada pela introdução do conceito BIM - *Building Information Modeling*, ou Modelagem da Informação da Construção. Segundo Santos (2012), o BIM é um processo abrangente que abarca a criação, utilização e atualização de um modelo de informações da edificação durante todo o seu ciclo de vida. Um dos aspectos fundamentais desse sistema é a etapa de compatibilização de projetos, representando um avanço em relação aos métodos tradicionais de verificação e solução de conflitos interdisciplinares. A integração de todas as disciplinas da engenharia civil resulta em uma otimização notável de tempo, recursos e mão de obra durante a execução de empreendimentos. Como resultado, o modelo BIM supera amplamente o CAD (*Computer Aided Design*) convencional, oferecendo uma representação precisa de uma edificação e a capacidade de realizar simulações abrangentes nas fases de projeto, a fim de prevenir problemas futuros na execução. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo a concepção de projetos para uma edificação de uso misto, situada na cidade de Almas, no estado do Tocantins, com o uso da metodologia BIM. O foco principal foi a integração de todas as disciplinas de projetos, de modo que resulte na elaboração de um manual prático de compatibilização que engloba todo o processo de desenvolvimento. A integração entre projetos desempenhou um papel crucial na análise comportamental das disciplinas da edificação. Ao identificar e resolver potenciais conflitos entre os diferentes projetos, foi possível antecipar e compreender os desafios que poderiam surgir na etapa de execução da obra. Dessa forma, o propósito do Manual Prático de Compatibilização de Projetos é democratizar o acesso à informação acerca da função de coordenador de projetos BIM, com o fornecimento de orientações para análise de conflitos em projetos, sendo o objetivo o aprimoramento da qualidade no desenvolvimento de projetos.

Palavras-chave: BIM, Compatibilização, Manual, Projeto, Método, Interdisciplinar, Integração, Coordenador BIM.

ABSTRACT

The evolution of design practices in the construction industry has undergone a significant transformation as it shifted from the 2D working environment to the 3D, driven by the introduction of the concept of BIM - Building Information Modeling. According to Santos (2012), BIM is a comprehensive process that encompasses the creation, use, and ongoing updating of a building information model throughout its entire lifecycle. One of the fundamental aspects of this system is the project coordination stage, representing an advancement over traditional methods of verifying and resolving interdisciplinary conflicts. The integration of all civil engineering disciplines results in a notable optimization of time, resources, and labor during project execution. As a result, the BIM model far exceeds conventional Computer-Aided Design (CAD), offering an accurate representation of a building and the ability to conduct comprehensive simulations during the design phases to prevent future issues during execution. In this context, the present work aims at designing projects for a mixed-use building located in the city of Almas, in the state of Tocantins, using the BIM methodology. The main focus was the integration of all project disciplines, so that it results in the development of a practical coordination manual that encompasses the entire development process. The integration between projects played a crucial role in the behavioral analysis of the building's disciplines. By identifying and resolving potential conflicts among the different projects, it was possible to anticipate and understand the challenges that could arise during the execution phase of the work. In this way, the purpose of the Practical Coordination Manual is to democratize access to information regarding the BIM project coordinator role, providing guidance for conflict analysis in projects, with the aim of enhancing the quality in project development.

Keywords: BIM, Coordination, Manual, Project, Method, Interdisciplinary, Integration, BIM Coordinator.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Integração do BIM no ciclo de vida da edificação	16
Figura 2 - Domínios do IFC	20
Figura 3 - Fluxos básicos no modelo de projeto BIM.....	22
Figura 4 - Etapas do processo de desenvolvimento de um empreendimento	23
Figura 5 - Ferramentas de colaboração BIM	26
Figura 6 - Etapas do desenvolvimento do trabalho	28
Figura 7 - Estado do Tocantins, Localização da cidade de Almas	30
Figura 8 - Planta de Situação do Lote do Empreendimento	31
Figura 9 - Planta Baixa Térreo – Escala 1:50	32
Figura 10 - Planta Baixa 1º Pavimento - Escala 1:50	35
Figura 11 - Planta Baixa 2º Pavimento – Escala 1:50	36
Figura 12 - Planta Baixa de Cobertura – Escala 1:50.....	37
Figura 13 - Vista 3D.....	38
Figura 14 - Vista 3D.....	38
Figura 15 - Compatibilização de Projetos.....	41
Figura 16 - Filtros Revit	44
Figura 17 - Abertura de Projeto	44
Figura 18 - Ponto 0,0.....	45
Figura 19 - Altura Viga.....	46
Figura 20 - Distância da rua	47
Figura 21 - Projeto Hidrossanitário	48
Figura 22 - Tubulação de Ventilação.....	49
Figura 23 - Ramal de Ventilação	50
Figura 24 - Elevação Cozinha	51
Figura 25 - Reservatórios	52
Figura 26 - Detalhamento 3D	53
Figura 27 - Relatório de Cálculo de Pressão	54
Figura 28 - Visualizador do Cálculo de Pressão.....	54
Figura 29 - Relatório de Cálculo de Pressões	55

Figura 30 - Propriedades Caixa d'água	56
Figura 31 - Detalhe Exaustor	57
Figura 32 - Detalhe Pluvial	58
Figura 33 - Detalhe Passagem Pluvial	59
Figura 34 - Configurações de Alturas	60
Figura 35 - Altura Eletroduto Teto	61
Figura 36 - Altura Nova Eletroduto	62
Figura 37 - Entradas de Energia.....	63
Figura 38 - Demandas de acordo com potência instalada	64
Figura 39 - Configurações de Demanda QIBuilder	64
Figura 40 - Entrada de Energia (QIBuilder)	67
Figura 41 - Compatibilização em 3D	67
Figura 42 - Planta de Locação Estrutural	68
Figura 43 - Compatibilização de Pé Direito e Pé Esquerdo.....	70
Figura 44 - Integração Estrutural x Hidrossanitário	72
Figura 45 - Viga de Transição	74
Figura 46 - Furos para passagem de Tubulações de 100mm	75
Figura 47 - Detalhe Estrutural de uma Viga	76
Figura 48 - Detalhe Estrutural - Furo na Viga.....	76
Figura 49 - Verificação da Compatibilização Final.....	77
Figura 50 - Interface Solibri	78
Figura 51 - Propriedades IFC	79
Figura 52 - 3D Solibri.....	80
Figura 53 - Representação Solibri	80
Figura 54 - Vista Elétrico x Estrutural Solibri	81
Figura 55 - Compatibilização Solibri	81
Figura 56 - Altura Ponto Elétrico - Solibri.....	82
Figura 57 - Visão Rampa.....	82
Figura 58 - Visão 3D - Projetos de Engenharia	83
Figura 59 - Verificação de Interferências - Revit.....	86
Figura 60 - Ilustração Interferência - Revit	87

Figura 61 - Visualização Interferência - Solibri	87
Figura 62 - Análise de Incompatibilidade - Solibri.....	88

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.2 JUSTIFICATIVA	13
1.3 OBJETIVOS	14
1.3.1 OBJETIVO GERAL.....	14
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 BIM.....	15
2.2 PARAMETRIZAÇÃO DE ELEMENTOS 3D.....	17
2.3 DECRETO N° 10.306, DE 2 DE ABRIL DE 2020.....	17
2.4 IFC	18
2.5 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	21
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	24
3.1 ETAPA INICIAL	29
3.1.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	29
3.1.2 OBJETO DE ESTUDO	29
3.1.3 FERRAMENTAS UTILIZADAS.....	38
3.2 ETAPA FINAL	39
3.2.1 DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS.....	40
3.2.2 VERIFICAÇÃO DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	41
3.2.3 PROJETO HIDROSSANITÁRIO.....	43
3.2.4 PROJETO ELÉTRICO	59
3.2.5 PROJETO ESTRUTURAL	68
3.2.6 SOLIBRI OFFICE.....	78

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	84
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
6. REFERÊNCIAS.....	91
APÊNDICE A1 – MANUAL PRÁTICO DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	93
ANEXOS - PROJETOS	110

1. INTRODUÇÃO

O cenário da construção civil é regularmente alvo de mudanças em seus métodos de atuação como também no âmbito de desenvolvimento de sistemas que têm o objetivo de agregar diferenciais ao processo de trabalho de empresas do setor.

Uma das reações geradas pelo constante avanço tecnológico no setor, é a implementação da tecnologia BIM (Modelagem da Informação da Construção, do inglês *Building Information Modeling*). Este é o principal conceito em que a engenharia civil está embasada, segundo Santos (2012), como o processo de produção, uso e atualização de um conjunto de informações de uma edificação ao longo de todo o seu ciclo de vida. Sendo usado como um modelo, o BIM não é um sistema único, mas pode ser tratado como a unificação dos mais diversos dados acerca da construção, onde se pode analisar todo o conjunto de uma obra a fim de avaliar como se dá a integração de todas as disciplinas, como por exemplo a compatibilização dos projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico entre si.

A metodologia citada se torna uma evolução no aspecto de identificação e solução de interferências entre projetos, onde além do tradicional projeto 2D é possível a visualização e manipulação de objetos em 3D como também a possibilidade de extração de informações essenciais de etapas, fases e elementos específicos de projeto.

Nos dias atuais em escritórios de engenharia é comum a divisão das disciplinas entre vários profissionais otimizando o tempo de elaboração dos projetos, nesse segmento entra o BIM, que se torna o elo de ligação entre diferentes softwares servindo como prática de colaboração entre projetistas no mesmo projeto, meio pelo qual se dá a verificação de erros e a compatibilização eficaz entre todas as áreas.

De acordo com Galassi (2011), essa etapa está inteiramente vinculada à área de coordenação de projetos em que se divide em gestão da coordenação e coordenação técnica. O aparelhamento de diversos programas com o objetivo de se criar uma simulação real e prática de uma edificação é o principal objetivo que essa tecnologia pode

proporcionar. A análise e verificação antes da execução é de suma importância a fim de se esgotar as possibilidades de erros que podem acontecer no ambiente real. Assim, as fases de planejamento e pré-concepção desempenham um papel fundamental como pontos iniciais para garantir uma integração futura mais precisa. Isso resulta na criação de uma representação viável do que deve ser seguido ao executar um empreendimento, ao mesmo tempo que servem como fatores essenciais para validação final de todas as áreas envolvidas no projeto.

As etapas necessárias para determinação de um padrão a ser seguido tem como base primordial as normas técnicas específicas de cada disciplina, a partir do uso delas pode-se aplicar uma metodologia que garante o cumprimento das especificações de maneira prática e coesa já a partir da concepção e definição do produto desejado. O uso do BIM é aplicado em ferramentas específicas como o Autodesk Revit, que permite a junção de todos os projetos de uma edificação e possui os parâmetros necessários que podem ser ajustados de acordo com o método de verificação adotado, assim o controle de problemas complexos e multidisciplinares é unificado em um só programa, otimizando o tempo e recursos de uma empresa ou profissional.

Para se averiguar um modelo de compatibilização que abranja edificações do mesmo segmento ou semelhantes, este trabalho baseia-se na elaboração de um manual de procedimentos padrão de revisão, integração e compatibilização de projetos usando as ferramentas proporcionadas por meio do BIM, sendo demonstrado através de softwares específicos da AutoDesk.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

O mercado da construção civil está em constantes mudanças e inovações, as quais demandam o crescimento de novas tecnologias que auxiliem no melhor desempenho construtivo, reduzindo custos, diminuindo o tempo de obra e sendo eficaz na solução e prevenção de erros. A inclusão de dados nos projetos gráficos de edificações (BIM) demanda uma maior qualificação dos profissionais, uma melhor

compreensão da compatibilização entre áreas construtivas é um fator chave para um profissional exercer seu papel no campo de trabalho.

A tecnologia BIM é uma integração entre as indústrias da arquitetura, engenharia e construção, cujo uso permite construir um modelo digital preciso de uma edificação, sendo este um importante banco de dados que são necessários para a gerenciamento e realização de uma construção (Eastman et al.,2008).

O Decreto N° 10.306, de 2 de Abril de 2020 estabelece as diretrizes de utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizadas por órgãos e por entidades da administração federal. Dentre estas diretrizes contém a fase de implementação descrita no artigo 4. A partir do dia 1° de janeiro de 2021, foi estabelecido como padrão no desenvolvimento de projetos a detecção de interferências físicas e funcionais entre as diversas disciplinas, bem como a revisão dos modelos de arquitetura e engenharia, com o objetivo de compatibilizá-los entre si.

Para cumprir o que foi determinado pelo governo federal, os agentes participantes das etapas de concepção e execução do projeto devem trabalhar de forma colaborativa entre si e usando *softwares* que permitam essa interoperabilidade. Isto pode ser feito por meio do protocolo *Industry Foudation Classes* (IFC), que é um modelo de dados o qual permite esse intercâmbio dentre as diversas disciplinas da construção civil (Rodrigues et al., 2017).

A intermediação feita com base no IFC assegura a transferência de informações necessárias e específicas entre projetos, de forma a conservar as propriedades reais de elementos gráficos, que são modelados para representar uma situação real de um empreendimento. O método utilizado para garantir um bom resultado de compatibilização atua como fiscalizador da boa resolução de problemas e averiguação se tais projetos seguem as normas técnicas necessárias e as boas práticas construtivas.

A fim de que se possa analisar um padrão a ser seguido por profissionais da engenharia civil, este trabalho tem como foco a exposição, verificação e a compatibilização de uma residência de uso misto localizada na cidade de Almas – TO. A

partir da análise realizada, foi elaborado um manual prático de compatibilização de projetos que possa ser replicado dentro do BIM a fim de mitigar erros interdisciplinares e proporcionar um melhor controle e análise destes por parte do profissional ou equipe de projetos envolvida.

1.2 JUSTIFICATIVA

Um dos principais agentes que movimentam a economia especialmente o Brasil, é a indústria da construção civil. Esta proporciona a geração de empregos nas mais diversas escalas e desenvolvem social e economicamente todas as classes sociais. Sem o estímulo correto para o crescimento e inovação da cadeia construtiva, ocorrem empecilhos na qualidade de todo o sistema, entre eles: serviços com mão de obra desqualificada, baixo nível de qualidade de projetos e maiores erros em execução de empreendimentos.

Sendo um setor de suma importância, o aprimoramento da eficiência e produtividade nas construções deve ser tratado como prioridade. Garantir um bom desempenho a partir do planejamento até a execução e pós obra se dá com a verificação e fiscalização do que é realizado em cada etapa construtiva, de forma a reduzir custos, prazos, aumentar a produtividade dos profissionais e garantir a satisfação dos clientes.

A previsão de erros futuros na engenharia civil pode ser feita por meio da utilização de modelos de compatibilização, que permitem visualizar o resultado final da obra em 3D antes mesmo de sua execução. Com isso, é possível identificar possíveis conflitos e erros de construção que poderiam passar despercebidos em um ambiente 2D, garantindo assim uma obra mais eficiente e com menos problemas ao longo do tempo.

Um dos grandes obstáculos na construção civil é a falta de integração entre as disciplinas de projeto por serem feitas em grande parte por equipes diferentes de profissionais. As falhas de comunicação e a falta de colaboração entre pessoas dificultam o aperfeiçoamento de detalhes construtivos, além de impossibilitar a resolução de erros existentes nas etapas iniciais, que podem gerar grandes atrasos e gastos desnecessários na execução.

Dessa forma, a eficiência proposta pela tecnologia BIM pode garantir um aumento de desempenho dos profissionais da engenharia civil, corroborando com a contínua evolução de tecnologias no setor. Assim, tendo como objetivo de mitigar as interferências entre projetos interdisciplinares, busca-se criar um modelo de análise e verificação. Finalmente, como resultado, espera-se impactar positivamente o andamento da obra, de acordo com o planejamento físico-financeiro, principalmente porque a conferência e a resolução de erros de execução já foram realizadas na etapa de projeto.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um manual prático de como proceder com a compatibilização de projetos, de modo que a execução e integração de todas as disciplinas seja otimizada, a fim de buscar eliminar interferências interdisciplinares durante a etapa de construção.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir os procedimentos necessários para realização dos projetos de engenharia de uma edificação.
- Demonstrar formas de compatibilização de projetos utilizando o software Revit e o software Solibri, de modo que seja eficaz em identificar todas possíveis interferências.
- Realizar o desenvolvimento dos projetos de engenharia sob a perspectiva da compatibilização de projetos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 BIM

Sendo Eastman, considerado pai do BIM, a Modelagem da Informação da Construção, é um dos mais promissores desenvolvimentos na indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (AEC).

“Com a tecnologia BIM, um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital. Quando completo, o modelo gerado computacionalmente contém a geometria exata e os dados relevantes, necessários para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessário para a realização da construção.”
(Eastman, 2008)

Com a capacidade gerada pelo sistema, a otimização da indústria se torna consequência de tudo quanto é implementado, como também incorpora muitas das funções necessárias para modelar o ciclo de vida de uma edificação, de forma a proporcionar a base para novas capacidades da construção e modificações nos papéis e relacionamentos da equipe envolvida no empreendimento (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008).

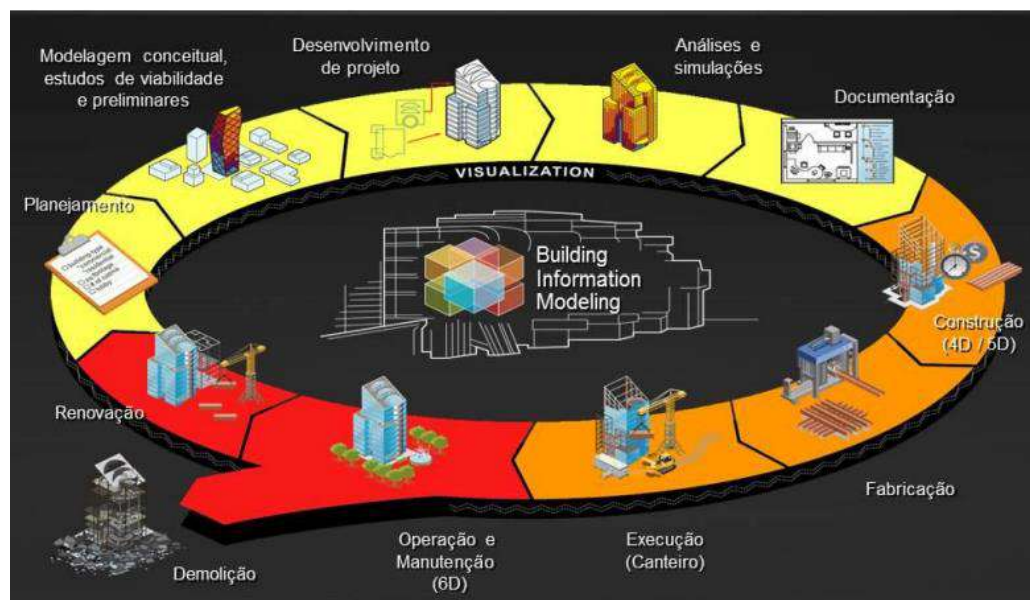
O que diferencia essa tecnologia dos sistemas de CAD convencionais são a modelagem paramétrica e interoperabilidade (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008). A parametrização permite associar objetos à parâmetros e regras criadas digitalmente à sua geometria, como também incorporar propriedades não geométricas a esses objetos. A capacidade de se obter informações a partir destes é o principal diferencial, pois possibilita a checagem de inconsistências de relações entre objetos e incorporação de conhecimentos de projeto. A lógica da interoperabilidade é a capacidade de desenvolver uma prática integrada, por meio de programas computacionais usados por diferentes profissionais de projeto (Andrade & Ruschel, 2009).

O modelo de informação discutido é usado para diferentes finalidades ao longo do ciclo de vida do empreendimento, a partir do seu planejamento até a manutenção,

passando pela operação. Este modelo deve ser útil a essas etapas de forma que seja verificado e adaptado às necessidades específicas de cada agente, processo e tecnologia. A passagem garantida do modelo de uma etapa para a seguinte possibilita a redução de erros e maximiza ganhos para todos os elos da cadeia (Mello, 2012).

A **Figura 1** mostra as etapas de uma edificação e a relação do BIM em todas as áreas, sendo destacada o desenvolvimento de projeto e a etapa de análises e simulações, quanto à documentação, que são o foco deste presente trabalho.

Figura 1 - Integração do BIM no ciclo de vida da edificação



Fonte: (Mello,2012)

O alcance do BIM é tão grande devido justamente à amplitude de sua aplicação, de forma a abranger todo o ciclo de vida de uma edificação, dessa forma transforma o trabalho de todos os profissionais envolvidos no empreendimento. (Santos, 2012).

De acordo com Santos (2012), é importante lembrar que o BIM não deve ser confundido com um software específico ou mesmo uma categoria de aplicativos com o CAD, é um conceito que se apoia em diversas tecnologias para sua implementação, sendo assim, se torna errôneo comparar o BIM a um banco de dados, por não ter uma estrutura bem definida que é preciso para poder acessar dados armazenados, sendo melhor explicado somente como modelo de uma estrutura de dados.

2.2 Parametrização de Elementos 3D

A modelagem da geometria 3D não é obrigatória para caracterizar um modelo BIM, mas a edificação sempre é modelada em três dimensões dentro dos programas específicos, mesmo que a interação seja feita através de uma interface bidimensional, o modelo é construído em 3 dimensões, caracterizando a modelagem 3D. (Santos, 2012).

O termo paramétrico refere-se à capacidade destes sistemas de editar os valores dos parâmetros utilizados nas operações de construção do modelo, que podem ser alterados ao longo da modelagem, dessa forma pode-se a qualquer momento alterar as dimensões de uma parede ou a altura do pé-direito de um andar, de modo a facilitar a edição dos projetos. A parametrização no conceito BIM auxilia na capacidade de extração de desenhos e tabelas dos modelos 3D e a manutenção do vínculo entre essas representações, sendo qualquer alteração feita no projeto refletida nesses. Essa característica é essencial para garantia da integridade e consistência na documentação, e auxilia nos processos de desenho e conferência. (Santos, 2012).

2.3 DECRETO N° 10.306, de 2 de Abril de 2020

Através da publicação do Decreto N° 10.306, o Governo Federal Brasileiro estabeleceu a estratégia nacional de utilização do *Building Information Modeling* (BIM), que possui um objetivo de implementação e investimento na metodologia para sua disseminação no Brasil.

No documento oficial está estabelecido as fases de implementação ao longo do tempo, para que seja feita de forma gradual. As etapas estão divididas nos seguintes anos:

- Primeira fase: A partir de 1° de janeiro de 2021
- Segunda fase: A partir de 1° de janeiro de 2024
- Terceira fase: A partir de 1° de janeiro de 2028

As fases de implementação são definidas para que o BIM seja utilizado no desenvolvimento nos projetos de arquitetura e engenharia, já a partir da primeira etapa, onde deve ser implementado na elaboração dos modelos de arquitetura e de engenharia referentes às disciplinas de estruturas, instalações hidráulicas, instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado e instalações elétricas. Como também propõe a detecção de interferências físicas e funcionais entre as diversas disciplinas e a revisão dos modelos, de forma a compatibilizá-los entre si, como também prover a extração de quantitativos e a geração de documentação gráfica dos modelos citados.

O artigo 4º do decreto especifica ainda as demais fases, sendo a segunda etapa de implementação o uso do BIM na execução dos projetos de arquitetura e engenharia e cumpram os requisitos da primeira parte, abrangendo agora a orçamentação, o planejamento e o controle de obras, e a atualização do modelo e suas informações como construído (*As built*), para obras cujos projetos de arquitetura e engenharia tenham sido utilizados com aplicação do BIM.

A terceira fase contempla a aplicação da segunda etapa de maneira integral sendo agora acrescentado, o gerenciamento e manutenção do empreendimento após a sua construção, cujos projetos e obras tenham sido desenvolvidos com aplicação do BIM.

2.4 IFC

A definição de um elemento de construção em um projeto é feita pelo IFC, através de um modelo orientado a objeto, que é transferível entre programas que operem com esse tipo de extensão (Jacoski & Lamberts, 2002). Segundo os mesmos autores, o modelo define objetos, atributos e relacionamento entre as áreas, de forma a trazer a definição da geometria, unidade, e utilidades comuns.

Para haver uma compatibilização entre os programas, denominada de interoperabilidade, são utilizados arquivos no formato IFC, desenvolvido com o objetivo de padronizar as informações em comum ao mais diversos programas (Gonçalves, 2019).

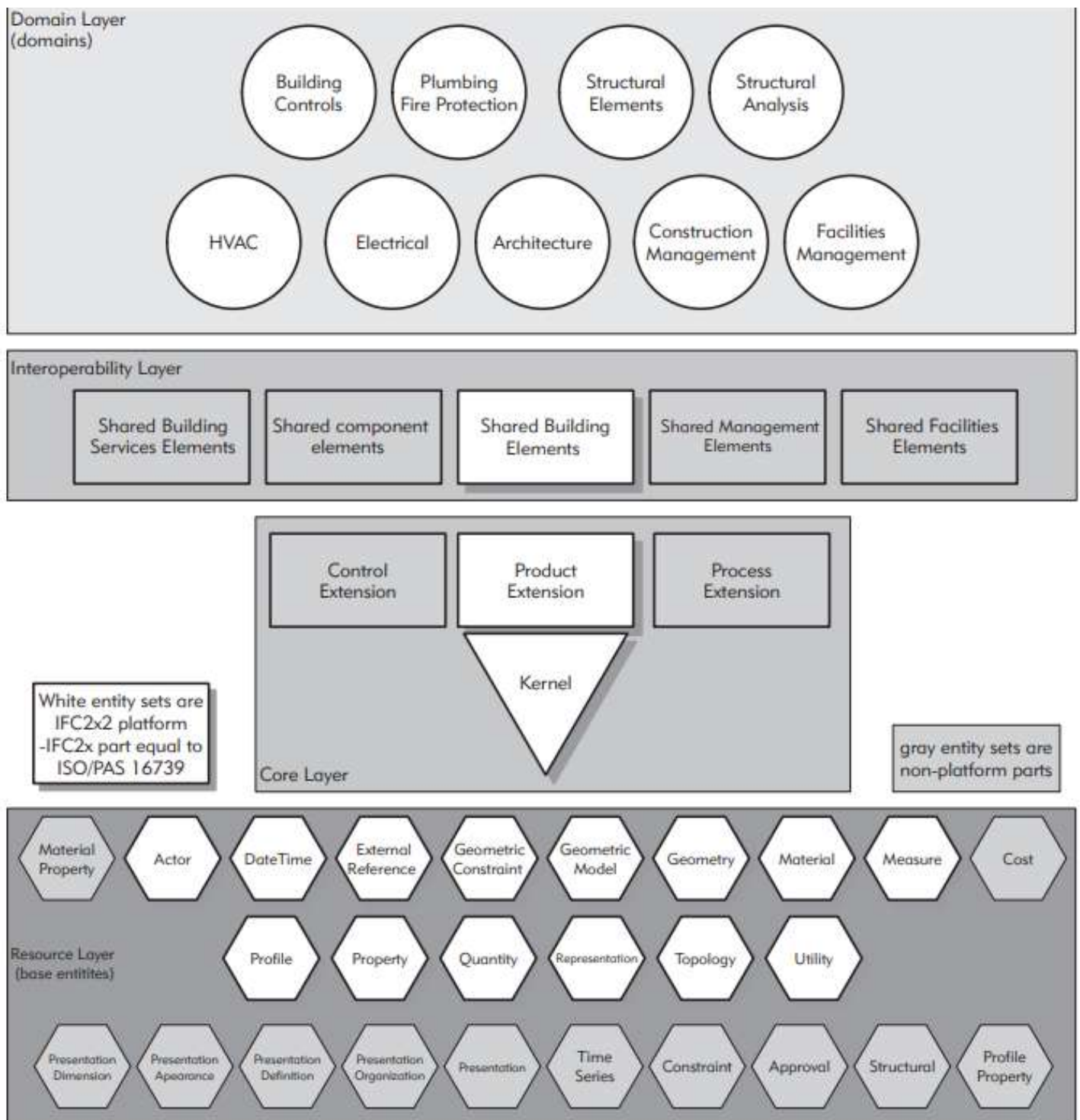
O IFC se constitui em um modelo central que interferiu inicialmente em quatro áreas iniciais, sendo elas a Arquitetura, serviços de construção, gerenciamento de obras, e ferramentas gerenciais. É um arquivo ASCII e possibilita ser importado por qualquer ferramenta de uso na Indústria da Construção (Jacoski & Lamberts, 2002).

A demonstração de interoperabilidade realizada em novembro de 1996 em Frankfurt mostrou que o modelo de projeto IFC sem sombra de dúvida pode ser efetivamente exportado de um programa para outro sem perda de informação no caminho. Foi notado que os dados da geometria de um edifício podem ser transferidos automaticamente para diferentes programas e aplicações sem nenhuma perda de precisão. (Bazjanac & Crawley, 1997).

Os dois modelos principais de produtos de modelos de dados da construção são o Industry Foundation Classes (IFC) e o CIMsteel Integration Standard Version 2, (CIS/2). Ambos representam dados de geometrias, relações, processos e materiais, performance, fabricação e outras propriedades necessárias para modelagem e produção. O IFC é usado para planejamento da construção, design, execução e gerenciamento do empreendimento. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008).

O modelo de arquivo IFC é regido pela ISO 16739:2013 que detalha um formato de arquivo que permite a troca de dados BIM, de modo a interpretar as geometrias e informações de cada elemento de projeto. Estes dados podem ser utilizados para análise de interferências, coordenação dos modelos, orçamentação, dimensionamento entre outras funções (FERREIRA, 2017). De acordo com Eastman et al., 2008, o nível mais alto do modelo IFC são as extensões específicas de domínio (**Figura 2**).

Figura 2 - Domínios do IFC



Fonte: (Eastman et al., 2008)

As entidades da categoria de base são combinadas para definir objetos que são utilizados na área de AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), chamados de Objetos Compartilhados no modelo IFC. O que inclui elementos de construção, como paredes genéricas, pisos, elementos estruturais, de serviços de construção, de processos, de gerenciamento e características genéricas. Como o modelo IFC é definido como um modelo de dados extensível sendo orientado a objetos, as entidades-base podem ser elaboradas e especializadas por meio da criação de subtipos para criar qualquer número de subentidades. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008).

Estas lidam com diferentes componentes específicos necessários para um uso particular. Dessa forma, existem ampliações para elementos estruturais e análise estrutural, para componentes arquitetônicos, elétricos, de HVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado) e de Controle de Edifícios.

2.5 Compatibilização de projetos

Através da compatibilização de projetos de diferentes disciplinas é possível realizar identificação antecipada de incompatibilidades que pode levar ao possível erro durante a execução. Essas induzem ao aumento dos custos, tanto de mão de obra quanto de material, e que podem gerar atrasos no cronograma quanto na entrega final da obra. (Melo, 2014).

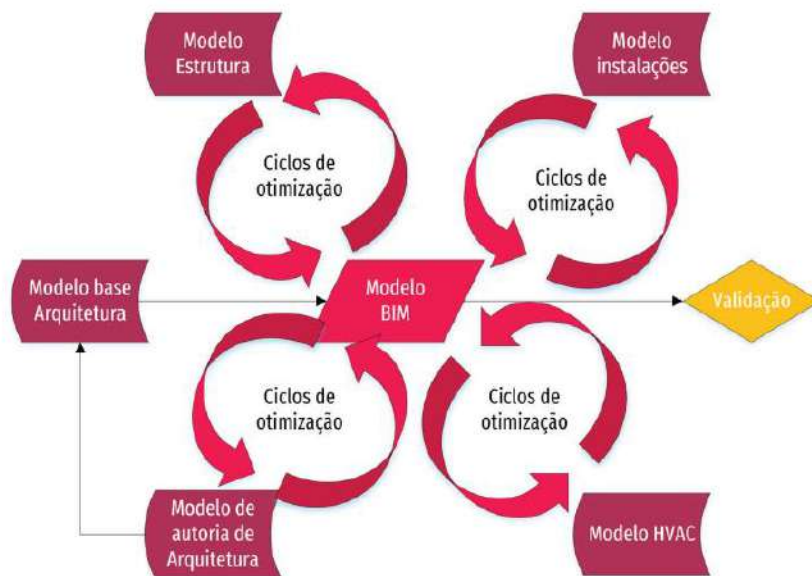
De acordo com o Guia BIM da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), os benefícios do BIM se destacam em ter maior precisão de projetos (especificação, quantificação e orçamentação); possibilidade de simulação das diversas etapas da construção, de forma a permitir a identificação e eliminação de conflitos antes mesmo da construção e a diminuição de retrabalhos e desperdícios.

Segundo (Picchi, 1993), compreende como compatibilização de projetos a atividade de sobrepor os diferentes projetos e identificar as interferências, como também programar reuniões, entre os diversos projetistas e a coordenação, com o objetivo de solucionar os problemas detectados.

De acordo (Castro, 1999), um dos problemas mais comuns que costumam ocorrer em estruturas metálicas é a interferência entre o projeto estrutural e os demais projetos de instalações. Isso acontece normalmente por causa da falta de planejamento e coordenação durante a etapa de concepção e na etapa de desenvolvimento dos diversos projetos, causando prejuízos durante a execução, o que faz ter alterações em projetos com a construção já em andamento, gerando perda de tempo, recursos financeiros e ociosidade na obra.

A principal diferenciação do processo de projeto BIM para o desenvolvimento de projetos em CAD, se dá pelo fato de que as atividades de coordenação e compatibilização ocorrem antes da apresentação dos documentos de cada disciplina (**Figura 3**). Através do modelo virtual da construção é possível identificar problemas, corrigi-los e analisar a construtibilidade de cada proposta, de forma a selecionar as de melhor custo-benefício (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017).

Figura 3 - Fluxos básicos no modelo de projeto BIM



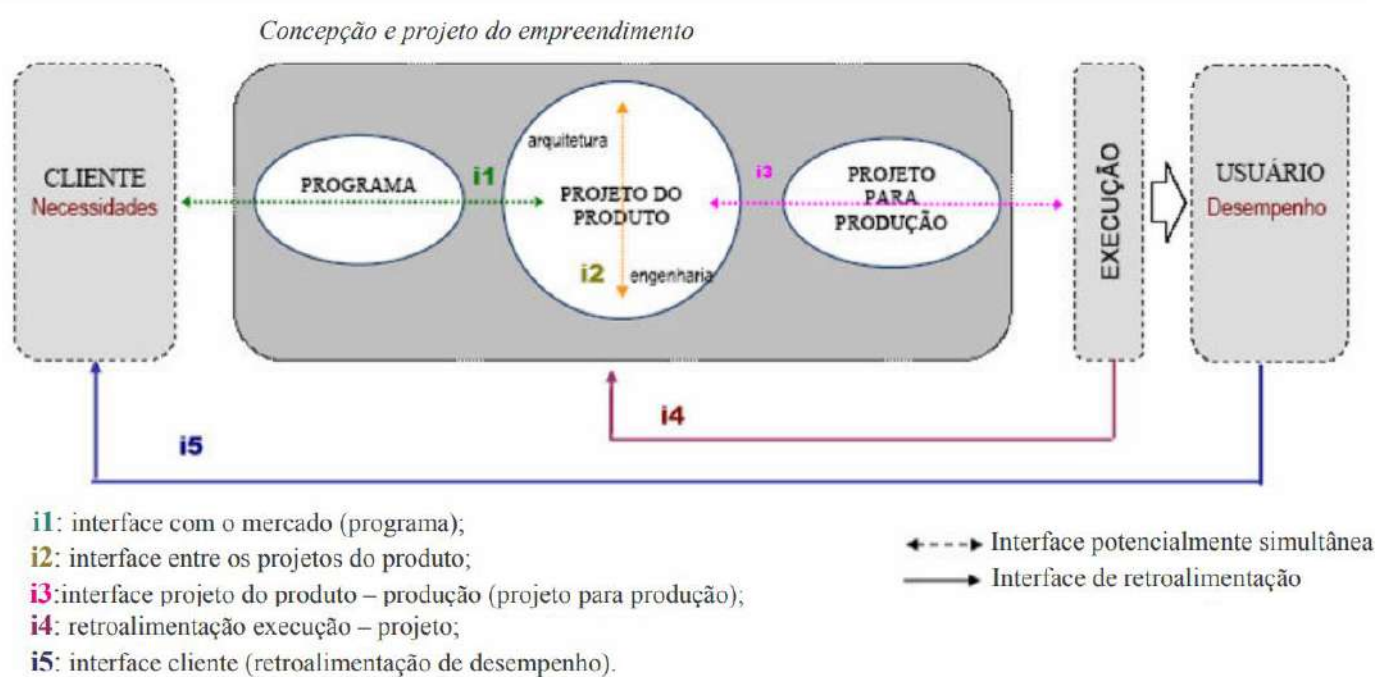
Fonte: (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017).

Foi estimado de acordo com (Egan, 1998), que estudos apontaram que cerca de 30% da construção é retrabalho, o trabalho laboral é usado somente 40-60% do seu

potencial de eficiência, acidentes equivalem a 3-6% do custo total de projetos e pelo menos 10% dos materiais são desperdiçados. Todo esse desperdício de material e tempo se deve à falta de compatibilização entre os setores da construção civil.

Como diz MIKALDO (2006) apud (Fabricio, 2002), as interfaces da **Figura 4** apresentam a necessidade de uma comunicação eficiente e eficaz entre todos os agentes envolvidos no processo, como também o usuário final que contribui para a validação das expectativas definidas inicialmente no desenvolvimento do produto.

Figura 4 - Etapas do processo de desenvolvimento de um empreendimento



Fonte: FABRICIO (2002)

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente projeto foi desenvolvido para atender as necessidades de um cliente que solicitou a integração da construção de sua casa própria ao comércio que possui. A elaboração de uma edificação mista foi alvo de constantes adequações às solicitações demandadas pelo cliente, a fim de se chegar ao melhor resultado possível. Por ser um comércio com alto fluxo de clientes e mercadorias, a separação entre este e a residência foi uma solicitação de alta importância, assim como a construção da rampa de acesso do modo que foi executada.

A elaboração desse projeto de pesquisa tem como objetivo aprofundar o estudo em BIM promovido estudantes da graduação do curso de engenharia civil do Instituto Federal do Tocantins. Os trabalhos que fazem parte do conteúdo BIM que estão mencionados nas referências bibliográficas são:

- “O BIM 4D em um projeto residencial unifamiliar em Palmas – TO” produzido pelo Gabriel Milhomem;
- “Comparativo entre orçamentação BIM e convencional: estudo aplicado” – Lucas Reis;
- “Do CAD ao BIM – processo de projeto de uma edificação de pequeno porte” – Sara Jordana;
- “Manual de procedimentos para a elaboração de projetos do poder judiciário com a aplicação de tecnologias BIM: estudo aplicado ao projeto da comarca de paraíso do Tocantins” – Victor Cortes Lima;
- “Análise da compatibilização de projetos de um edifício institucional em ambiente BIM” – Gustavo Nepomuceno;
- “Utilização da tecnologia BIM aliada aos conceitos do PMBOK® no desenvolvimento de projetos para a construção civil” – Lúcio Mota.

Este trabalho foi tido como modelo de pesquisa por conta do seu nível de complexidade no quesito colaboração. Para o desenvolvimento de todos os projetos, foi proposto no escritório de engenharia ProjAlpha um método capaz de criar um único

modelo de arquivo central dentro do Revit, capaz de ser acessado por todos os membros da equipe de projetos em diferentes computadores. Este modelo se assemelha ao programa da Autodesk BIM 360, agora pertencente ao *Autodesk Construction Cloud*, ao permitir um trabalho colaborativo usando a nuvem, onde todas as alterações feitas pelos projetistas são atualizadas neste projeto central e atualizadas automaticamente para todos.

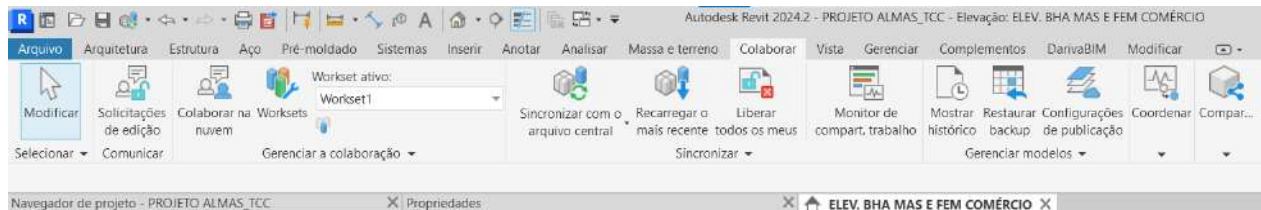
Por conta do modelo da Autodesk ser um serviço pago, foi usado nesse projeto uma solução alternativa com o uso do Google Drive. Os procedimentos utilizados para fazer funcionar todo o sistema colaborativo foram captados a partir de uma aula no *youtube*, sendo esta mencionada e referenciada no Manual Prático de Compatibilização de Projetos, no apêndice A. Dessa forma, a implementação de um sistema colaborativo para desenvolvimento de todos projetos de engenharia e projeto arquitetônico foi um marco importante no aprendizado da metodologia BIM, de forma a evoluir o modo de análise global de toda uma edificação.

Dessa forma, a fim de que todas as disciplinas de projeto fossem desenvolvidas em colaboração entre si, o projeto arquitetônico foi desenvolvido e modificado no *software Revit*, com o uso das ferramentas de colaboração do referido programa. Essa maneira de projetar permite a execução e integração de todas as disciplinas de projeto em um modelo central, que pode ser acessado e atualizado por todos da equipe de projetos a qualquer momento, dessa forma foi possível elaborar o projeto hidrossanitário usando como base o arquivo arquitetônico elaborado em outro computador, e, a cada modificação realizada no arquivo original, era permitida a atualização deste arquivo no presente projeto de maneira automática.

O auxílio dessa ferramenta (**Figura 5**) permitiu que o projeto fosse dividido em *Worksets*, um modo que permite a divisão de tarefas para diferentes usuários, restringindo-se o acesso e modificação de elementos de projetos entre as diferentes funções dos membros da equipe de projeto. Por exemplo, para o projetista responsável pela averiguação da compatibilização do projeto estrutural modificar um elemento

arquitetônico, deveria realizar a solicitação de alteração dentro do programa, para que o responsável pelo projeto arquitetônico verifique e conceda a demanda.

Figura 5 - Ferramentas de colaboração BIM



Fonte: Autor (2024).

Os procedimentos metodológicos adotados nesse trabalho estão divididos entre a fundamentação do projeto proposto e a exposição de todo o desenvolvimento de todas as disciplinas, sendo estas, projeto arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário, de forma que os resultados obtidos demonstrem o uso da capacidade de compatibilização do BIM em todas as etapas de projeto.

O desenvolvimento de um projeto compatibilizado se inicia a partir da interação entre projetista e cliente, as demandas e solicitações iniciais já são suficientes para haver uma colaboração em que haja a apresentação de possíveis soluções projetuais e construtivas que estejam em consonância entre si e sejam adequadas para o problema proposto.

Assim, a primeira etapa se inicia com a adequação de ideias e soluções, intuito principal do BIM, de forma que a construção de projetos de engenharia seja feita inicialmente no âmbito intelectual, a compatibilização se inicia antes mesmo do esboço do primeiro croqui arquitetônico, dessa maneira a resolução de conflitos na etapa de modelagem é facilitada e consequentemente a construção é realizada com a menor quantidade possível de interferências e erros.

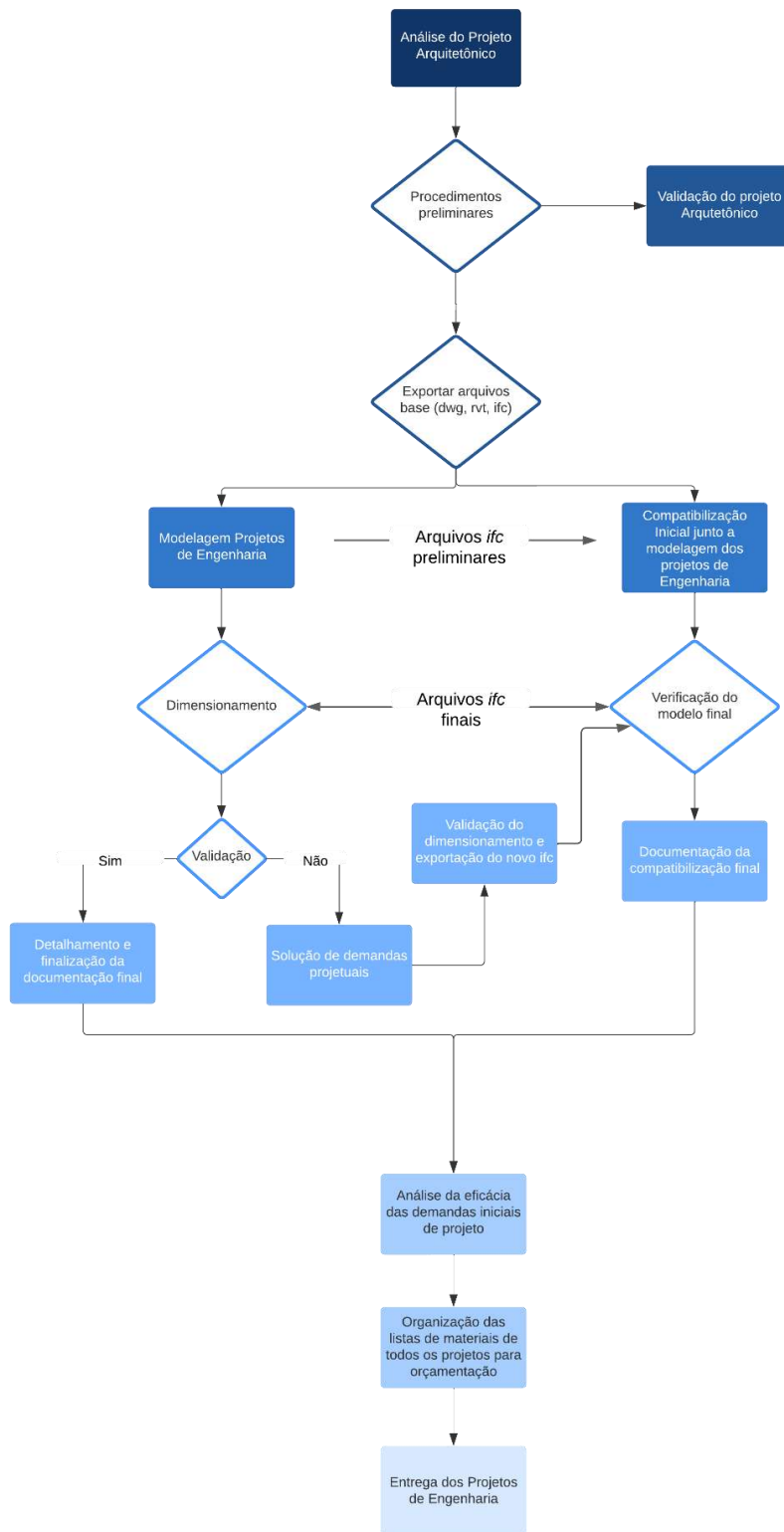
A compatibilização entre os projetos foi realizada com o uso de dois softwares diferentes, sendo eles, o Revit e o Solibri, de forma a explorar as vantagens de cada um. O primeiro citado, permite a realização da modelagem de todas as disciplinas de projeto como também a análise de interferências entre elementos de projeto. O software solibri

é destinado somente a compatibilização de projetos, sendo otimizado para este fim. Os dois programas são pagos, porém o Revit possui uma vantagem para quem é estudante de graduação, que permite o uso de uma licença estudantil para fazer uso do programa.

Para se seguir com a elaboração de todos os projetos desde a disciplina arquitetônica, é necessário estipular um processo a ser seguido que se permita ser validado e ser acompanhado por todos integrantes da equipe de projetos. A conferência do andamento de todos os projetos deve ser feita durante a execução de cada um desses, e não somente do resultado final. Quanto maior for o processo de verificação e solução de incompatibilidades durante a modelagem, a documentação dos arquivos finais é realizada sem a necessidade de retrabalho ou revisões excessivas.

Portanto, o fluxograma (**Figura 6**) apresentado a seguir demonstra todo o processo de análise e execução de todos os projetos a partir do projeto arquitetônico, de forma a considerar que toda a compatibilização de ideias já ocorreu, e as informações necessárias para se chegar a essa etapa foram catalogadas.

Figura 6 - Etapas do desenvolvimento do trabalho



Fonte: Autor (2024).

3.1 ETAPA INICIAL

Na primeira etapa, o objetivo se dá em fazer um estudo bibliográfico a respeito do tema, verificação de pontos favoráveis e desfavoráveis na aplicação do sistema no âmbito da engenharia civil, como também a análise ao não uso do BIM e a identificação e exemplificação dos problemas gerados. Dessa forma, a melhor compreensão do que é a compatibilização de projetos e como deve ser feita a sua implementação tem-se como fator de pesquisa crucial para o desenvolvimento desse trabalho.

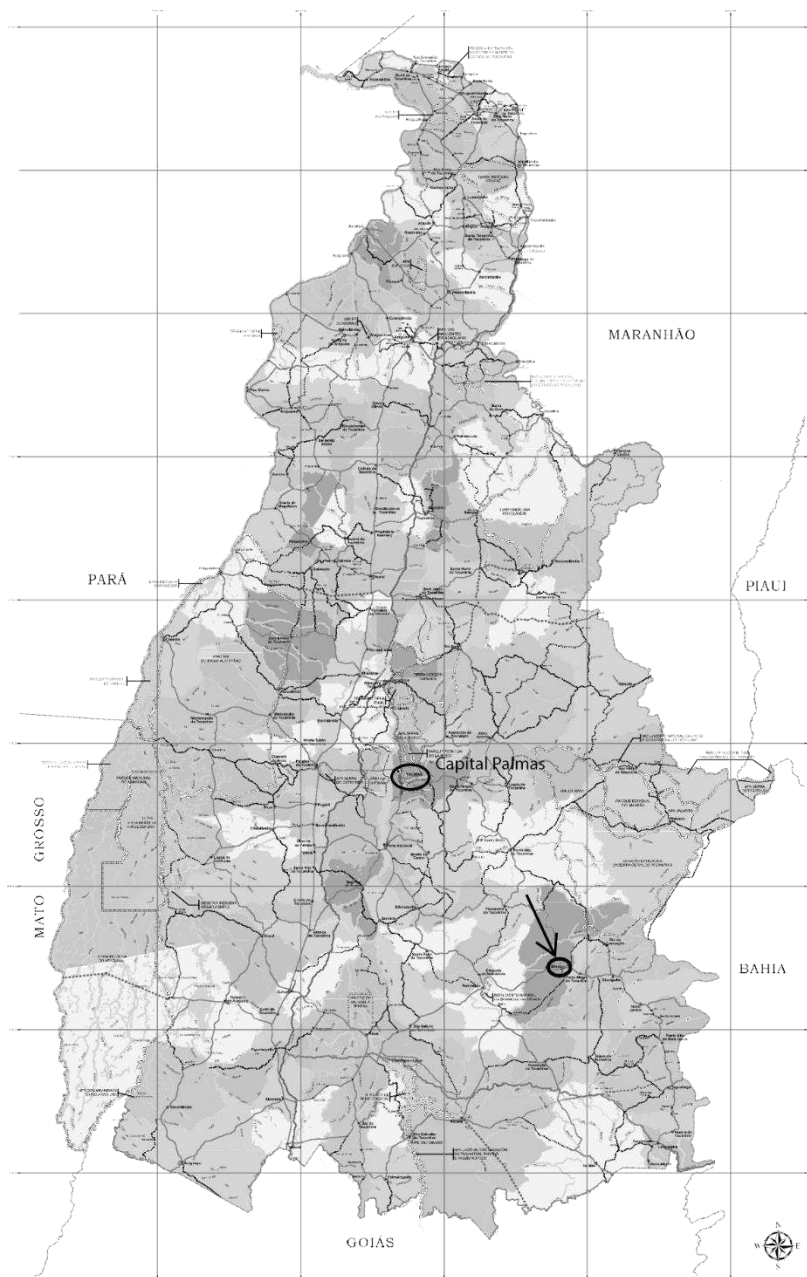
3.1.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Obter conhecimentos mais aprofundados sobre o tema é o objetivo de uma boa fundamentação teórica. A pesquisa e leitura de materiais de cunho científico acerca do BIM, como artigos, monografias e projetos de pesquisa deram a sustentação necessária para a tomada de decisões e resoluções de problemas durante o desenvolvimento das etapas de projeto, aprimorando o domínio sobre o tema pesquisado e abordado.

3.1.2 Objeto de estudo

O objeto de estudo desse trabalho é uma edificação de uso misto que foi executada na cidade de Almas – TO (**Figura 7**), cujo projeto arquitetônico foi disponibilizado pelo escritório de engenharia denominado ProjAlpha – Projetos de Engenharia.

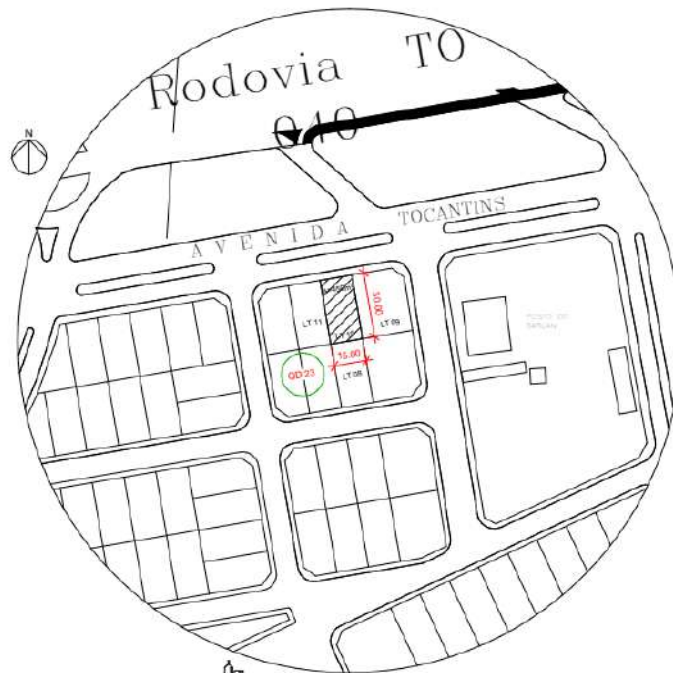
Figura 7 - Estado do Tocantins, Localização da cidade de Almas



Fonte: Secretaria do Planejamento e Orçamento

<https://central.to.gov.br/download/213257>

Figura 8 - Planta de Situação do Lote do Empreendimento



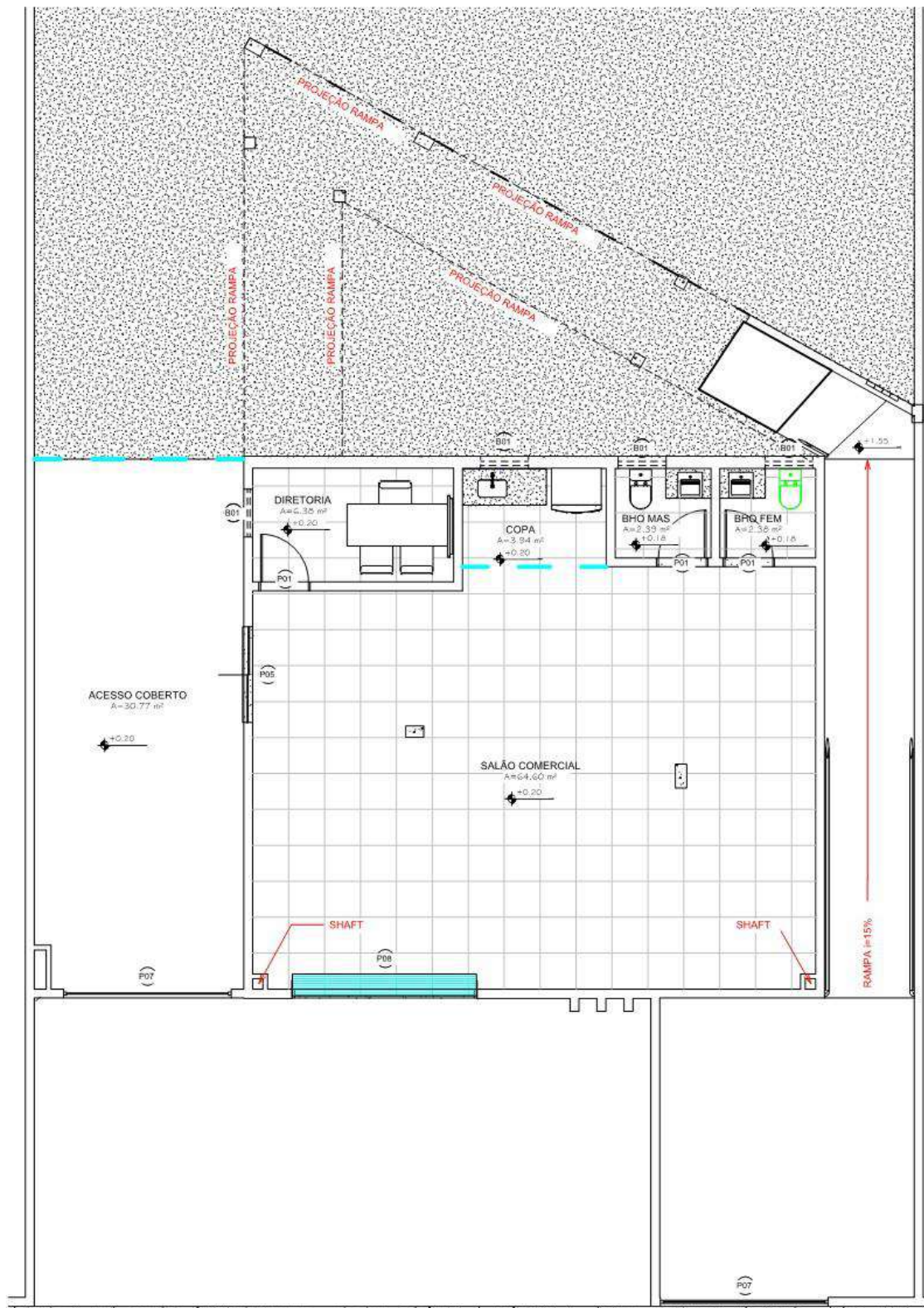
Fonte: Autor (2024).

O ato de conferir as interferências de projeto e a criação de um modelo a ser seguido para verificação destas têm como base esse projeto arquitetônico (**Figura 8**). A partir do qual foram realizados os projetos de engenharia que são o estrutural, hidrossanitário e elétrico. Sendo todos estes compatibilizados com o projeto inicial arquitetônico.

O edifício de 3 pavimentos possui uma área total construída de 421,61 m², sendo 179,79 m² referentes ao pavimento térreo, 120,91 m² ao pavimento superior e 120,91 m² à cobertura. A taxa de ocupação é de 39,95% e uma área permeável de 270,21 m², sendo a estrutura feita em concreto armado. Sendo essa uma propriedade privada, informações pessoais do proprietário serão mantidas em sigilo, assim como os dados do carimbo das pranchas dos projetos arquitetônico e de engenharia.

O desenvolvimento da edificação foi inicialmente com base em princípios de eficiência e acessibilidade, de modo a visar o melhor uso do espaço disponível para atender as demandas do cliente (**Figura 9**).

Figura 9 - Planta Baixa Térreo – Escala 1:50



Fonte: Autor (2024).

A elaboração do projeto arquitetônico se inicia com os rascunhos iniciais que mostram a disposição dos ambientes de acordo com as necessidades do cliente. Desde o início a modelagem visa atender a compatibilização entre todas as disciplinas da engenharia civil. Localização de Shafts, adequação de pé-direito e pé-esquerdo da edificação já são itens analisados desde o primeiro esboço, para que as modelagens posteriores não venham a modificar substancialmente o projeto arquitetônico de forma a aumentar o retrabalho em todas as disciplinas de projeto.

A concepção de um layout de planta baixa inicial para o projeto pode ser desenvolvida de forma manual, por meio de desenhos feitos à mão em papel, como também apresentar uma ideia inicial diretamente no software utilizado para modelagem, neste caso o Revit. As informações acerca dos limites da edificação são extremamente importantes para se iniciar esse processo, para que haja uma total adequação com o código de obras vigente da cidade em que foi construída a edificação.

Uma das principais solicitações de projeto, se deu com a separação total do comércio com a residência familiar, sendo restringido o acesso por meio de uma rampa. Modelada inicialmente, a rampa de acesso a área residencial, tem como objetivo atender a necessidade do cônjuge, que por problemas de visão solicitou a eliminação de uma escada de acesso ao pavimento superior. Sendo elaborada inicialmente de acordo com a NBR 9050, norma que trata sobre acessibilidade, a rampa possuía 8% de inclinação, consequentemente, um tamanho maior que o apresentado no projeto em questão.

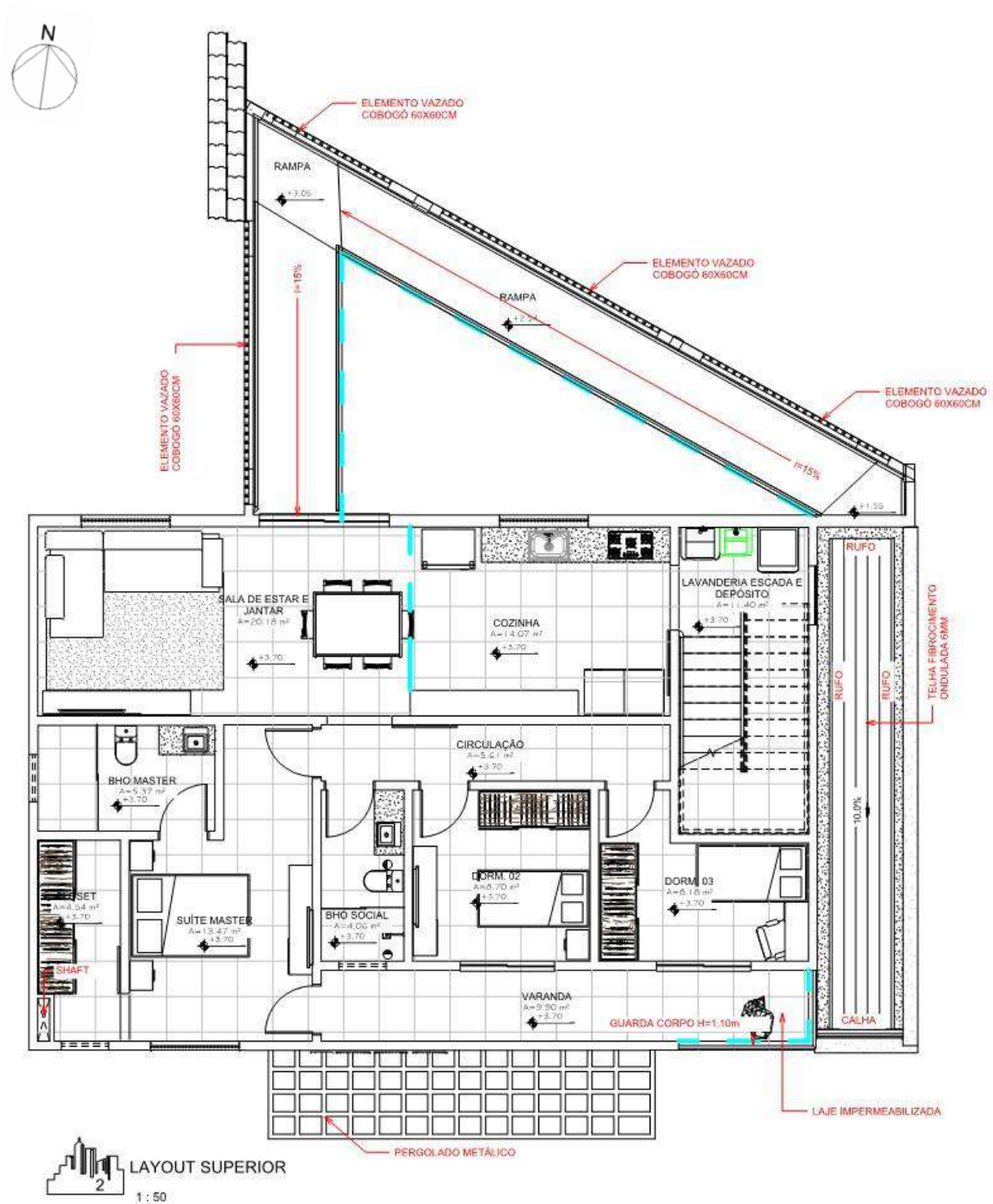
A modificação de modelagem e inclinação se deu por parte do cliente, que solicitou a elaboração de um percurso mais curto, mesmo que se tornasse mais inclinado. Então, para atender as demandas, o acesso entre o térreo e a área residencial se dá somente por uma rampa de inclinação de 15%.

Para manter a iluminação natural no percurso da rampa até o pavimento superior, foi implementado o uso de elementos vazados (cobogó), de forma uma melhor eficiência energética e conforto térmico no ambiente.

A disposição dos ambientes e a localização das esquadrias foram efetuadas para melhor conforto térmico e otimizar a locomoção interna e promover o bem-estar arquitetônico (**Figura 10**). A não abertura de janelas no sentido oeste contribui para a diminuição da temperatura interna, por conseguinte uma melhor eficiência energética para a edificação. A construção de um ambiente de lazer no último pavimento, fez-se de modo a usar toda a área útil do pavimento, sem a interposição de barreiras, com paredes, a exceção da construção do banheiro (**Figura 11**).

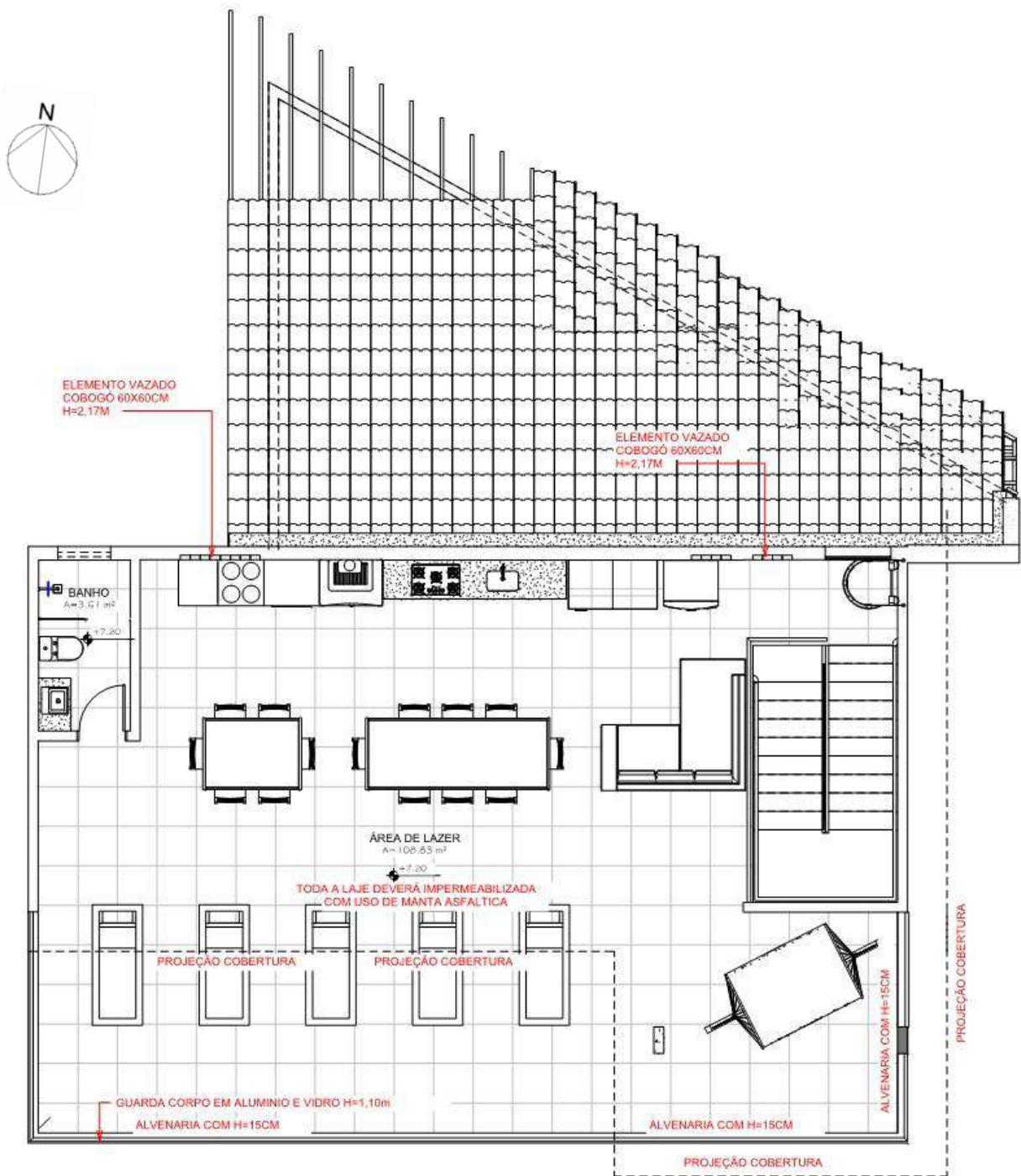
O telhado foi pensado e escolhido no estilo aparente, sem a construção de platibandas, para solucionar a questão da destinação da água pluvial do último pavimento, foram modelados ralos para suportar a vazão calculada sobre o acúmulo água no piso juntamente com a contribuição por parte do telhado aparente que deságua sobre o pavimento em questão (**Figura 12, Figura 13, Figura 14**).

Figura 10 - Planta Baixa 1º Pavimento - Escala 1:50



Fonte: Autor (2024).

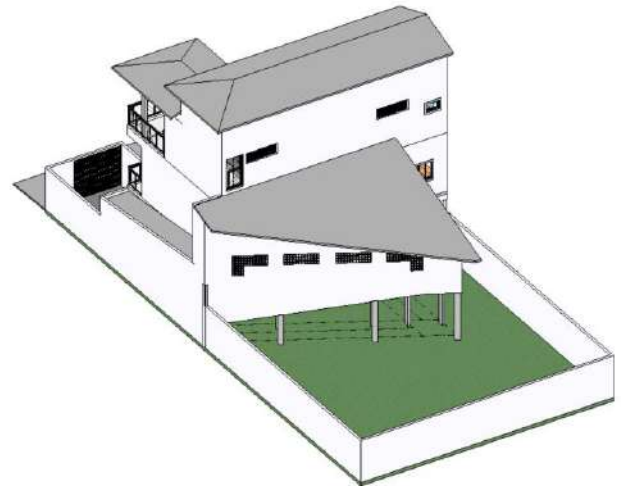
Figura 11 - Planta Baixa 2º Pavimento – Escala 1:50



Fonte: Autor (2024).

Figura 14 - Vista 3D

Fonte: Autor (2024).

Figura 13 - Vista 3D

Fonte: Autor (2024).

3.1.3 Ferramentas utilizadas

A execução de um trabalho que envolve projetos multidisciplinares, tem-se com o domínio das ferramentas necessárias para fazê-los. Os softwares utilizados possuem tecnologias superiores à metodologia CAD, tendo um nível de complexidade maior que essa. O pleno conhecimento das soluções apresentadas é um fator fundamental para a boa aplicação das informações obtidas através dos estudos e pesquisas em normas, livros e materiais de cunho científico.

Os programas utilizados na etapa de projetos são o TQS, AltoQi QIBuilder e o Revit. Sendo estes aplicados para o projeto estrutural, projeto elétrico e projeto hidráulico e sanitário, respectivamente. O *software* Revit também foi manuseado como programa principal para a compatibilização dos projetos entre si, onde toda a verificação de erros, análise das inconsistências de projeto e resolução de parte delas foi realizada.

Dessa forma, o pleno domínio das ferramentas em questão se fez necessário, onde não é possível realizar todos os diferentes projetos em um só programa, mas sim

diversificando a maneira de projetar em cada software específico, cada qual com sua capacitação específica.

3.2 ETAPA FINAL

Após a realização e conclusão da primeira etapa, a execução dos projetos indicados foi realizada com o devido embasamento e com o conhecimento necessário, de modo que todo o método utilizado na elaboração foi de cunho técnico-científico quanto prático obtido pela experiência de projetos e obras.

A concepção, modelagem e dimensionamento dos projetos de engenharia foram realizados de forma colaborativa pela equipe de projetos, que trabalhou em conjunto no mesmo escritório. A comunicação constante entre os diferentes projetistas foi fundamental para garantir o desenvolvimento adequado de todas as disciplinas. Sempre que surgia uma mudança ou criação de algum elemento de projeto que pudesse afetar a interação com os demais, a solução específica para cada conflito era discutida e avaliada em conjunto.

Para realização de trabalhos que envolvam diferentes profissionais em ambientes diferentes, é necessário que essa colaboração ocorra de maneira virtual. Os aplicativos de mensagens de texto, videochamadas e emails são ferramentas bastante utilizadas para esse fim. É necessário sempre especificar quais são os conflitos que devem ser analisados ou identificar as soluções apresentadas em determinada situação, dessa forma a comunicação é efetiva e há uma total eficácia das demandas apresentadas pelos diferentes *stakeholders*.

Em suma, a modelagem inicial foi realizada seguindo o que diz as Normas Técnicas de cada disciplina, sendo elas a NBR 6118, NBR 8160, NBR 5626, NBR 7229, NBR 5410, e, após essa etapa se deu início à compatibilização de fato de todos os projetos no *software* Revit, realizando uma verificação minuciosa da integração interdisciplinar e exemplificando as vantagens da utilização de tais ferramentas no conceito BIM. Dessa forma, a categorização de tais soluções apontadas se mostra importante para a diferenciação do modelo convencional CAD, sendo este trabalho um

anseio por uma busca de desenvolvimento desse segmento dentro do BIM no mercado da construção civil, de forma a expor de maneira clara e objetiva os benefícios obtidos.

3.2.1 Desenvolvimento dos projetos

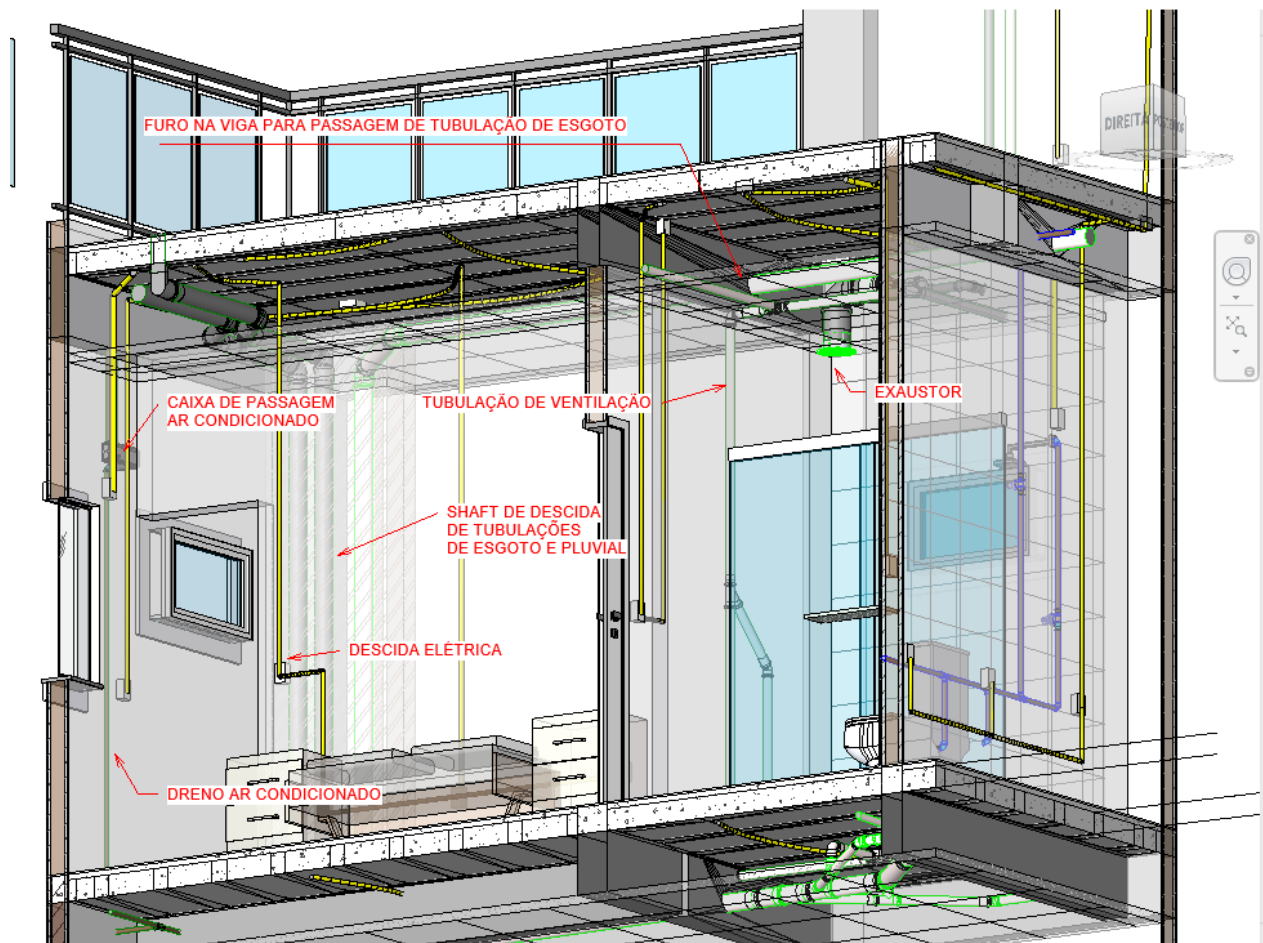
Primeiramente, após a devida análise do projeto arquitetônico, foram exportados os devidos arquivos como ponto 0.0 definido para todos os projetos de engenharia. Em primeiro lugar, foi realizado a modelagem do projeto estrutural sendo feito o pré-dimensionamento e o dimensionamento de todas as peças estruturais da edificação de acordo com a NBR 6118 – 2014, como também a verificação global de todas as estruturas. Esta etapa foi realizada no software TQS, um programa de boa aceitação para realização de projetos estruturais. Tendo concluída essa etapa, iniciou-se o projeto hidrossanitário de acordo com a NBR 8160, NBR 5626 e NBR 7229, de forma a utilizar o modelo arquitetônico já realizado no *software* Revit e utilizando o modelo IFC no projeto estrutural já para realizar verificação de incompatibilidades durante a execução. A análise da integração dos dois projetos iniciais se mostrou como fator determinante para a finalização destes, visto que as inconsistências que não foram possíveis de serem solucionadas durante o projeto hidrossanitário, precisaram ser feitas no projeto estrutural, como por exemplo a abertura e dimensionamento de passagem em vigas para tubulação de esgoto. Da mesma maneira o cálculo das estruturas, que recebem os reservatórios de água do projeto hidráulico, foram dimensionadas de acordo com as informações destes.

Após isso, para a realização do projeto elétrico foi feita a exportação do arquivo DWG para proceder com a limpeza da planta baixa no *software* AutoCad, tendo em vista que o modelo de arquivo aceito no programa AltoQi QIBuilder tem como base o CAD para poder fazer a modelagem em BIM. Tendo concluída essa etapa e feita a conferência do ponto 0.0 da edificação, foi feita a importação do arquivo no software mencionado para projetar a parte elétrica do empreendimento. Todas as concepções, cálculos e dimensionamentos foram de acordo com a NBR 5410, e seguindo as especificações arquitetônicas e pontos de pilar do projeto estrutural.

3.2.2 Verificação da compatibilização de projetos

Após a conclusão da modelagem e dimensionamento de todos os projetos, tendo em mãos os arquivos 3D de cada um a partir do modelo IFC, teve-se início a etapa final do trabalho, que se dá pela integração de todos os projetos juntamente com o projeto arquitetônico inicial. Nesta etapa, todos os arquivos são inseridos no programa Autodesk Revit, onde a partir do ponto 0.0 que é igual em todos os projetos, estes foram sobrepostos seus modelos 3D, de forma a visualizar toda a edificação por completo sendo um modelo exato do que será desenvolvido em obra (**Figura 15**).

Figura 15 - Compatibilização de Projetos



Fonte: Autor (2024).

A partir de toda a integração, é feita a conferência inicial de possíveis incompatibilidades dos projetos elétrico e hidrossanitário com os pilares do edifício, que segundo a norma técnica de projeto estrutural NBR 6118 - 2014, não deve haver nenhuma tubulação ou equipamento interferindo com a estrutura do elemento. Ao passo que é identificada alguma interferência, é realizada a identificação do local e elementos exatos em tais projetos e feita a revisão do projeto em que causa a inconsistência com o estrutural e inserido novamente no programa Revit o novo modelo atualizado para continuar novas compatibilizações.

A interoperabilidade do projeto estrutural com o projeto hidrossanitário se faz extremamente necessária para a integridade física do empreendimento. Por conta de aspectos arquitetônicos como:

- altura de pé direito;
- altura de pé esquerdo;
- altura de forros.

A passagem de tubulações por vigas estruturais pode ser necessária para oferecer o conforto visual ao cliente. Dessa forma, a análise prática e de acordo com as normas das localizações, posições e tamanhos permitidos de aberturas em vigas é muito importante, assim, de acordo com a passagem de tubulações de esgoto, ventilação e tubos de água fria é realizada as modificações necessárias no projeto estrutural, atendendo os demais projetos de engenharia. A altura do pé esquerdo é utilizado para verificação da inclinação das tubulações e sua compatibilização, essa medida compreende a altura entre o piso de um pavimento ao piso do pavimento seguinte, ou seja, a altura do pé direito somado com a espessura da laje.

O novo cálculo e dimensionamento feito é colocado em prova novamente para nova análises da estrutura global. A compatibilização da edificação é terminada quando os sistemas interdisciplinares não causarem interferências problemáticas entre si e quando as possibilidades de erros futuros na execução da obra são diminuídas a zero ou

quase zero, sendo o objetivo principal desta tarefa otimizar todo o desenvolvimento do projeto à execução final de forma sistemática e eliminando erros no processo.

3.2.3 Projeto Hidrossanitário

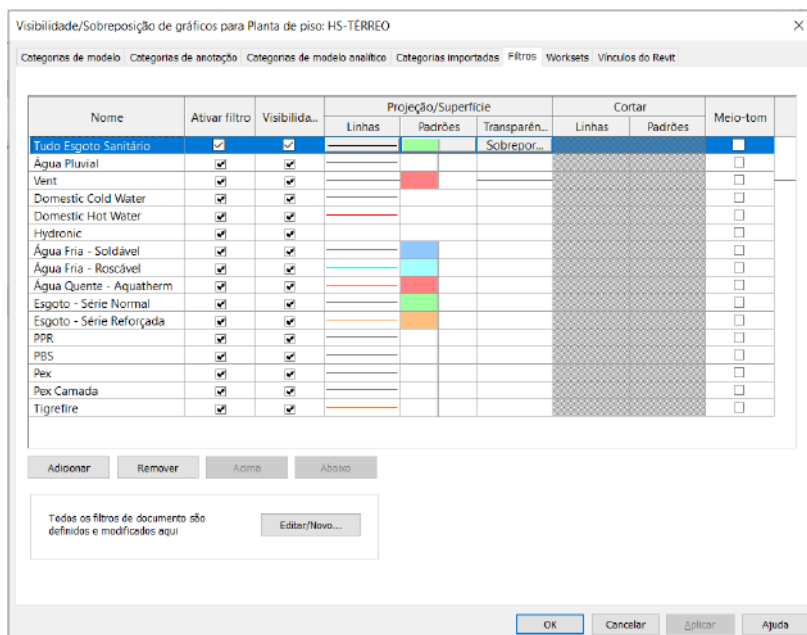
A modelagem do projeto hidrossanitário depende de algumas premissas básicas normativas e de boas práticas construtivas. O desenvolver de um projeto com riqueza de detalhes é de suma importância para uma execução correta na obra. Dito isso, o projeto hidráulico, sanitário e pluvial foi feito no software Revit, um grande aliado do modelo BIM, onde toda a modelagem e detalhamento foi realizado. As normas da ABNT utilizadas foram:

- NBR 5626 – Instalação predial de água fria;
- NBR 7229 – Projeto, construção e operação de sistema de tanques sépticos;
- NBR 8160 – Sistema prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução;
- NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais.

Dessa forma, para iniciar-se o projeto hidrossanitário, é necessário utilizar no Revit um *template*, ou modelo de projeto, que contenha configurações de acordo com o que se deseja apresentar, como: colorações específicas para tipo de tubulação, detalhes de anotação e categorização de objetos e materiais pertinentes a cada disciplina que deseja evidenciar; dessa forma a utilização do arquivo final em obra será a mais intuitiva e garantirá a redução de erros que poderiam acontecer durante a execução da edificação.

As diferentes configurações podem ser exemplificadas com a criação de filtros definidos para cada tipo de sistema, mostrado na **Figura 16**.

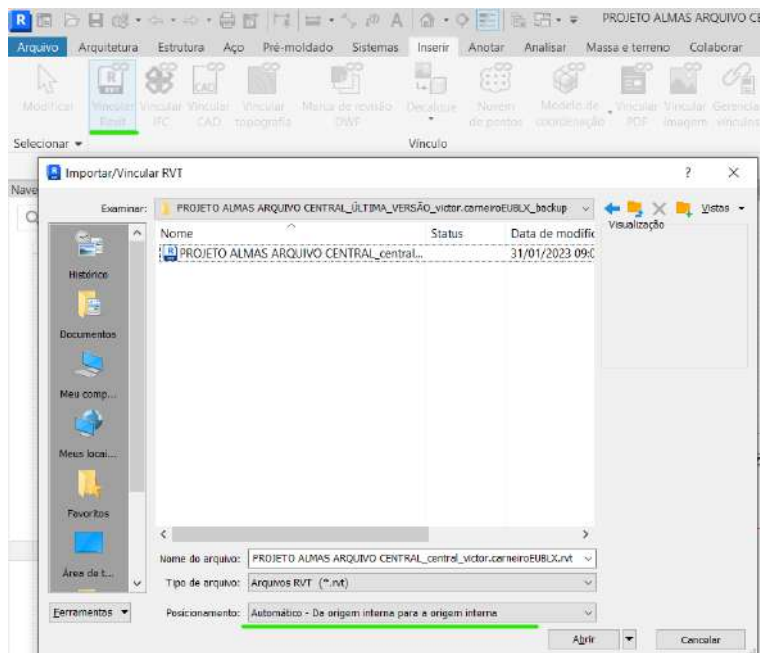
Figura 16 - Filtros Revit



Fonte: Autor (2024).

Para garantir o mesmo ponto base do projeto arquitetônico, o próximo passo para dar-se início à modelagem, é realizar a vinculação do projeto em .rvt; obedecendo à configuração de ponto de origem, evidenciado no exemplo na **Figura 17**.

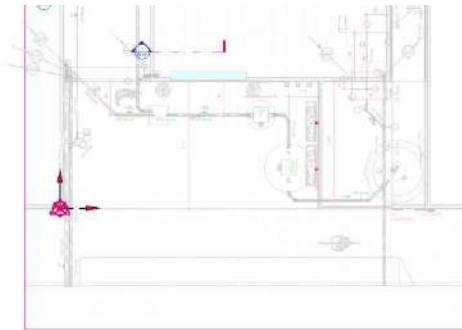
Figura 17 - Abertura de Projeto



Fonte: Autor (2024).

A localização do ponto de origem do projeto (**Figura 18**), que pode ser alterada a qualquer tempo, está marcada no anexo a seguir, dessa forma sabe-se onde está o ponto base para compatibilização de todas as disciplinas após a conclusão da modelagem.

Figura 18 - Ponto 0,0.



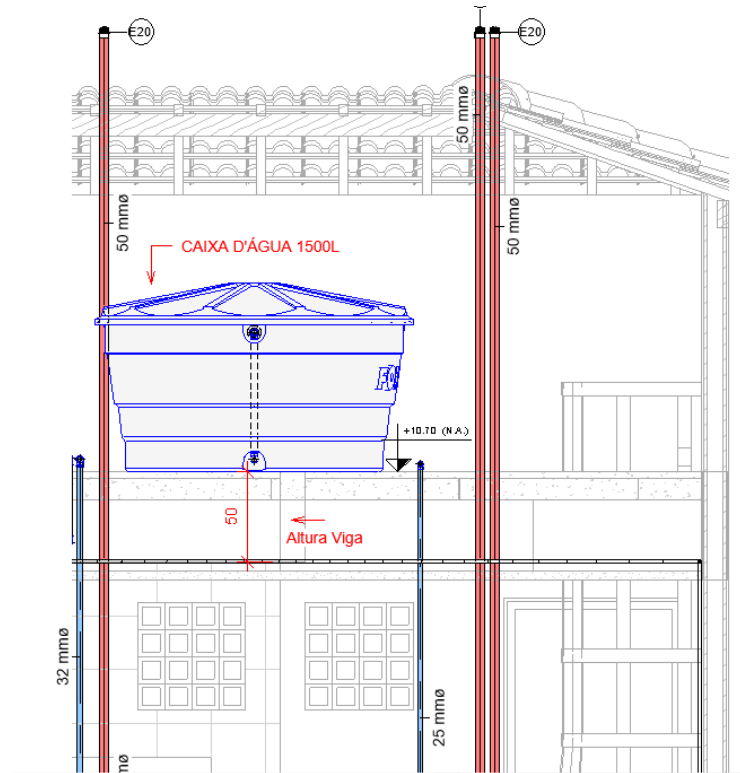
Fonte: Autor (2024).

Assim feito todo o processo inicial de configuração e inserção do arquivo base, inicia-se a concepção de modelagem (**Figura 19**). Existem alguns pontos a serem avaliados para uma boa execução de projeto, são eles:

- Quantidade de pavimentos da edificação;
- Ponto hidráulico e sanitário mais distante da rua;
- Localização de *shafts* ou possíveis descidas de tubos de queda;
- Altura do reservatório;
- Diferença de altura entre a caixa d'água e o chuveiro mais próximo;
- Localização das calhas e descidas pluviais;
- Destinação do esgoto;
- Disposição das caixas de gordura e de inspeção;
- Localização inicial dos possíveis pilares;
- Altura mínima das vigas da edificação;

- Altura do forro.

Figura 19 - Altura Viga

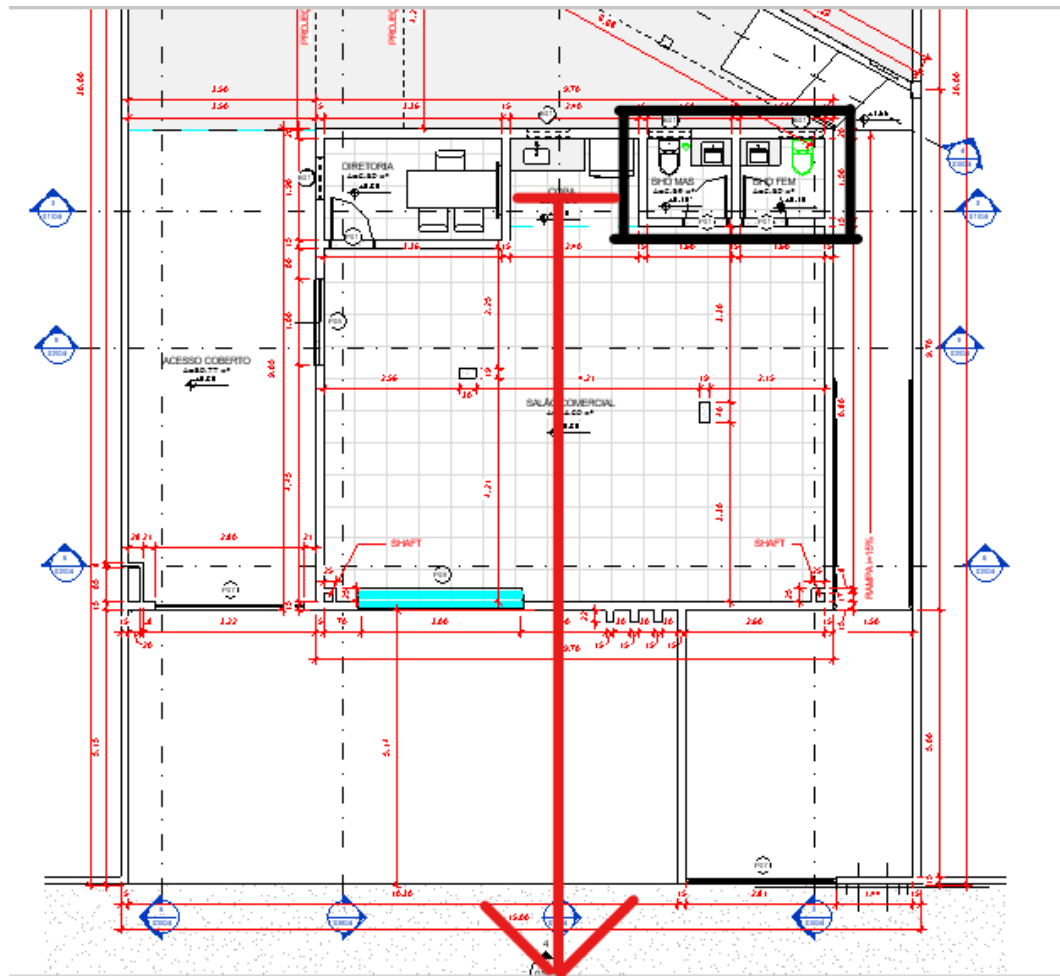


Fonte: Autor (2024).

O dimensionamento do ponto mais crítico e do sistema de tratamento de esgoto (se necessário), são algumas das informações necessárias para se iniciar um projeto com o risco reduzido de ser alterado, evitando o retrabalho.

O primeiro passo a ser praticado para iniciar a modelagem do sistema de esgoto da edificação, é a localização do ponto mais distante da rua (**Figura 20**). Dessa forma, a execução do traçado da tubulação estará no seu ponto mais crítico em relação ao nível do solo. Garantir a declividade correta prevista em norma, e, manter-se compatibilizado com o projeto estrutural é um desafio a ser vencido; assim, é recomendado garantir o bom desempenho desses pontos para que a continuação da modelagem seja desprovida de eventuais erros de conexão entre tubulações.

Figura 20 - Distância da rua



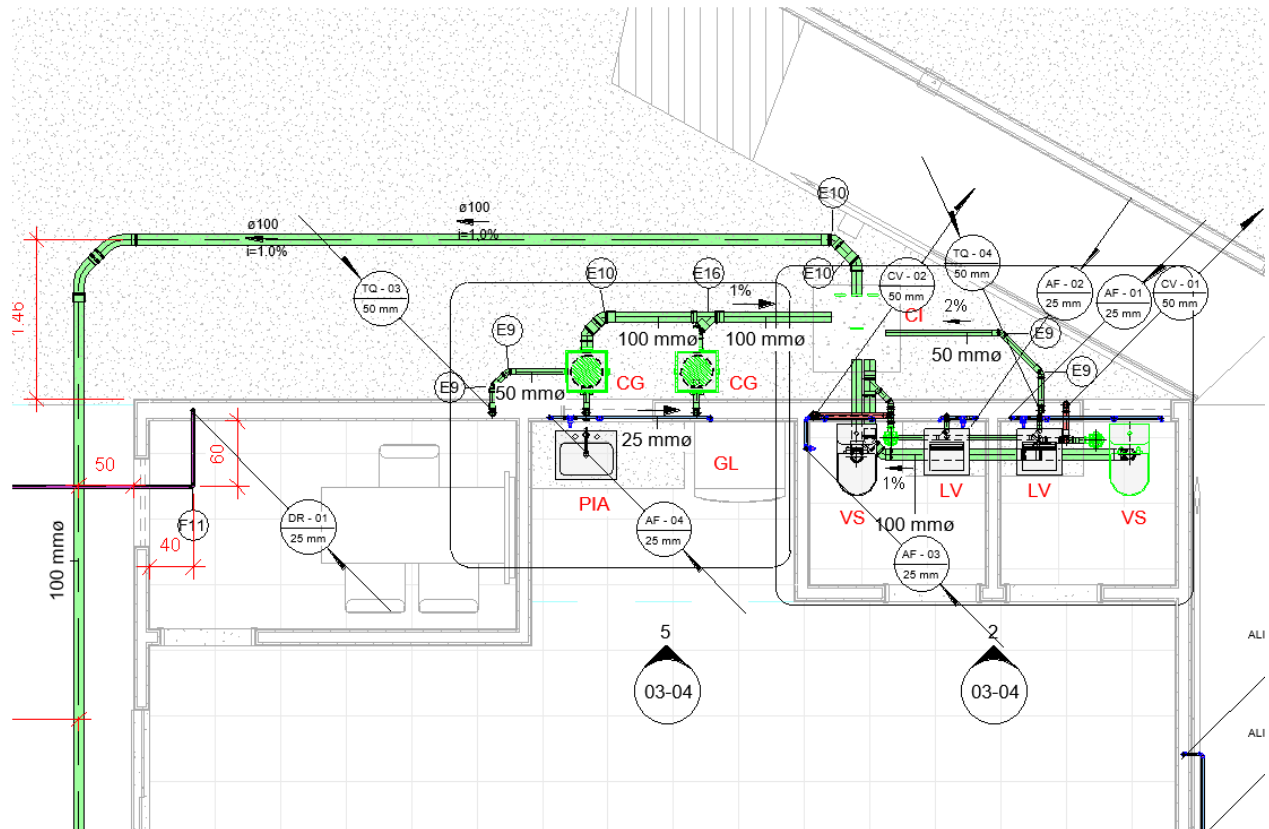
Fonte: Autor (2024).

Definidas as referências iniciais, deve-se iniciar o posicionamento dos equipamentos hidráulicos e sanitários no projeto, de forma a respeitar o projeto arquitetônico. É possível inserir no Revit todos os tipos de famílias de equipamentos, das mais diversas marcas e especificações, para uma modelagem padrão normativa, foram colocadas famílias que possuem as configurações de diâmetros de saída e de entrada conforme especificados em norma.

Ao modelar o sistema de esgotamento sanitário, deve-se posicionar além dos pontos de vaso sanitário, deve-se definir os pontos das caixas sifonadas e ralos, pois o traçado da tubulação também depende destes (**Figura 21**). As conexões entre as tubulações de esgoto devem ser em ângulos de 45° na horizontal, sendo a conexão de

90° sendo restrita a mudança de direção na vertical, como a saída da tubulação do lavatório da parede para o piso.

Figura 21 - Projeto Hidrossanitário



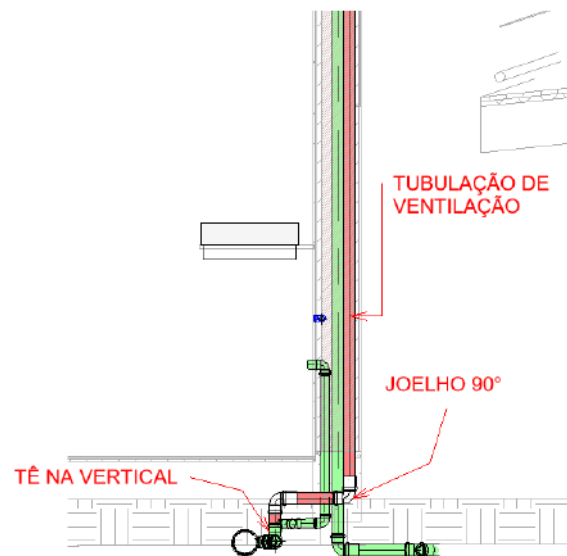
Fonte: Autor (2024).

As saídas padrão ditadas por norma são de 100mm para bacias sanitárias e de 40mm para lavatórios e pias. Apesar que neste projeto as saídas dos lavatórios dos banheiros foram feitas com 40mm, foi constatado por prática construtiva que o diâmetro de 50mm gera menos problemas de instalação, pelo fato de boa parte dessas tubulações são adaptadas para esse formato.

Pela norma ABNT 8160:1999, as tubulações de esgoto devem ter pelo menos uma caixa de inspeção a cada 15 metros, de forma a reduzir a quantidade de caixas ao longo de 15 metros, é recomendado utilizar curvas longas de 45° para fazer as mudanças de direções necessárias. Para cada caixa de gordura padrão Tigre ou Amanco, recomenda-se pelo dimensionamento ter no máximo 2 entradas de esgoto.

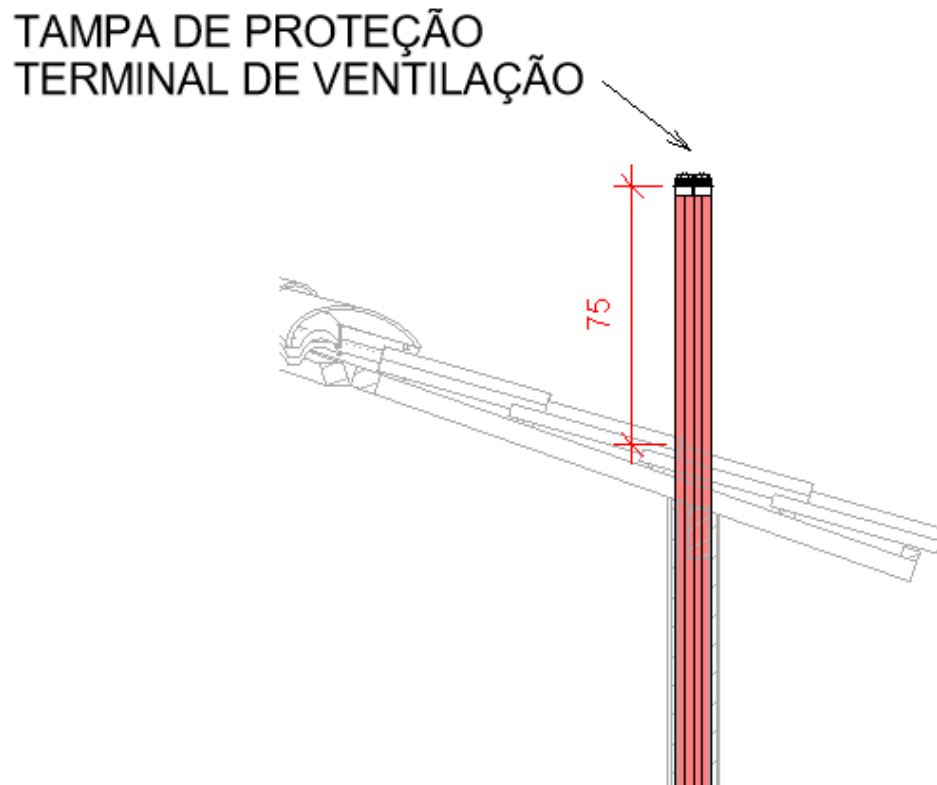
É de suma importância que em cada saída de tubulação de uma caixa sifonada deva ter uma saída de ventilação (**Figura 22**). A instalação deve ser feita com a instalação de um tê com saída na vertical para que o esgoto não entre por esta tubulação e interrompa a saída de ar e gases. Essa tubulação de ventilação deve subir pela parede e terminar a pelo menos 30cm acima do telhado ou platibanda (**Figura 23**).

Figura 22 - Tubulação de Ventilação



Fonte: Autor (2024).

Figura 23 - Ramal de Ventilação



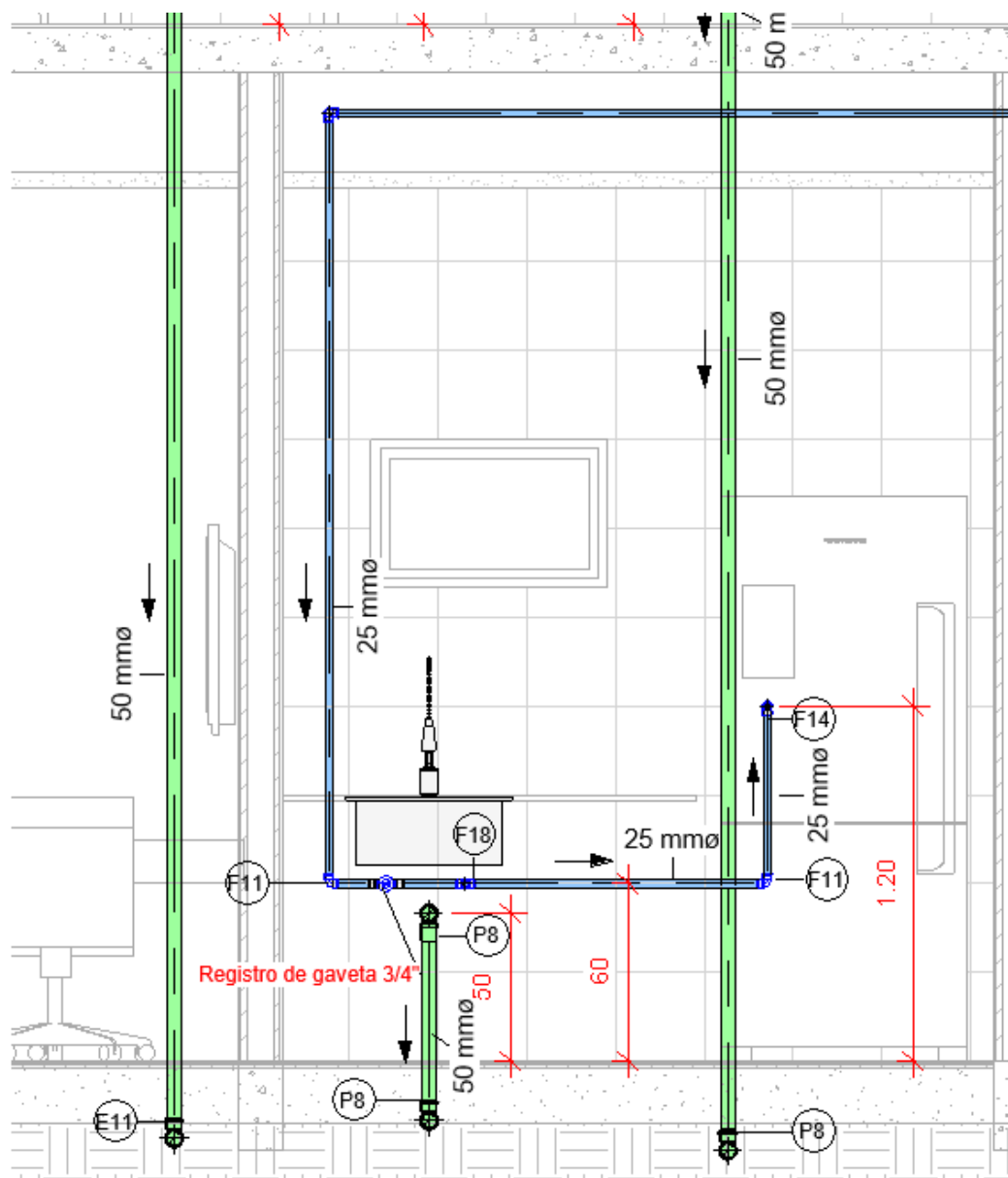
Fonte: Autor (2024).

O sistema de abastecimento de água fria deve ser dimensionado de acordo com a norma NBR 5626, seu volume diário depende do tipo de edificação, da quantidade de ocupantes ou moradores e se terá reserva para incêndio. Definidas as observações necessárias, os pontos de água devem ser padronizados para toda a edificação.

As alturas variam entre 20 cm do piso acabado a 2,10 ou 2,20m para pontos de água de chuveiro. Nos pontos de saída de água deve-se instalar o joelho com bucha de latão para conexão dos equipamentos hidráulicos. Recomenda-se que a tubulação de água fria nos sub-ramais seja de pelo menos 25 mm de diâmetro, a fim de garantir a pressão necessária mínima e impedir o entupimento causado por resíduos. Por prática comercial, recomenda-se que essa peça seja de diâmetro 25 mm x 20 mm (3/4"x1/2"), que é o tamanho padrão vendido comercialmente dos engates de lavatórios.

Para realizar a modelagem de água fria, pode-se executar com o traçado em cada ambiente individualmente e pós concluída essa etapa, prosseguir com a execução do reservatório, ou caixa d'água, e com a distribuição ao longo da edificação (**Figura 24**).

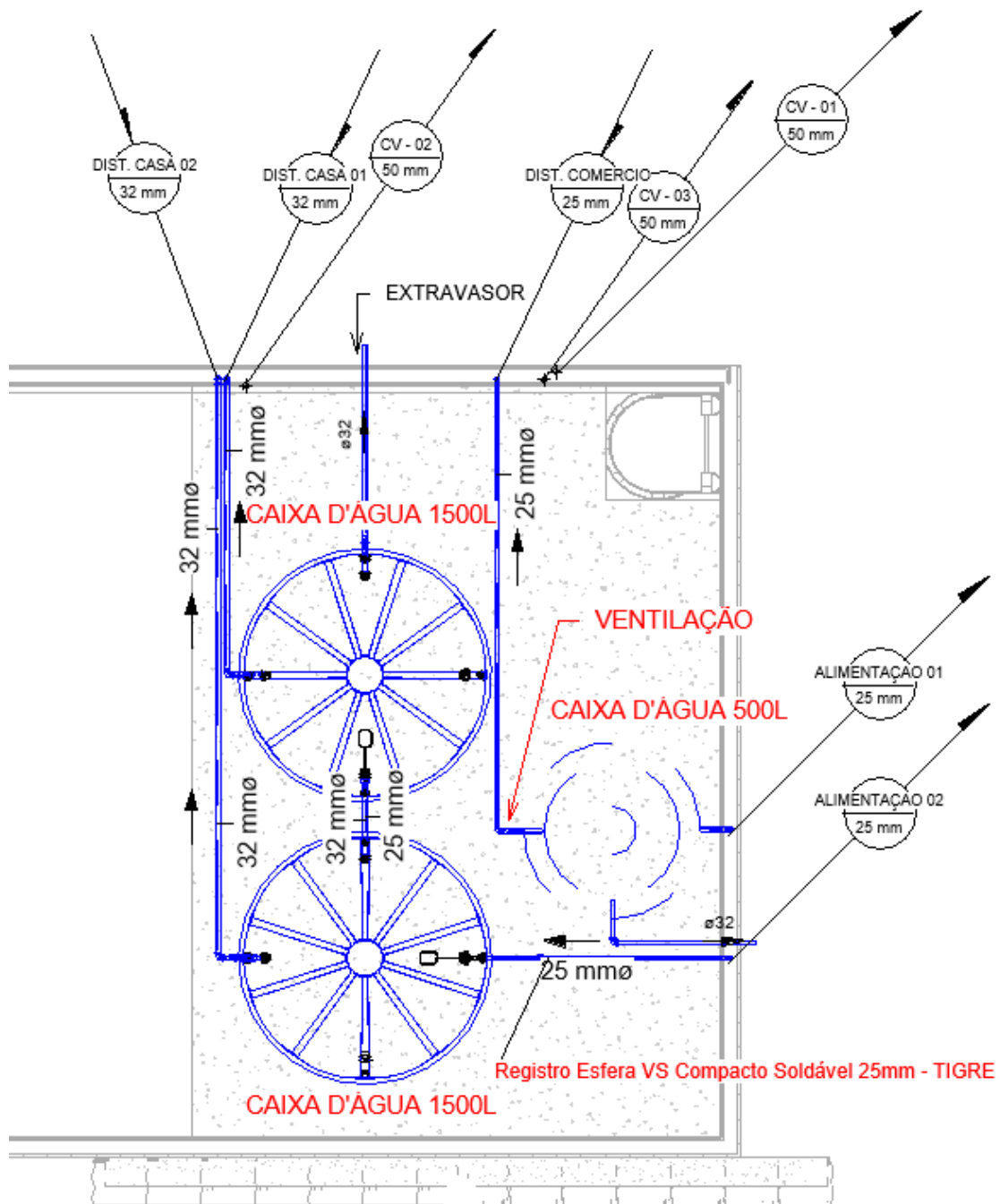
Figura 24 - Elevação Cozinha



Fonte: Autor (2024).

É importante a verificação de todos os pontos necessário de água fria em cada ambiente, para que a relação de materiais gerada após o término da modelagem seja completamente fiel com a execução in loco (**Figura 25**).

Figura 25 - Reservatórios

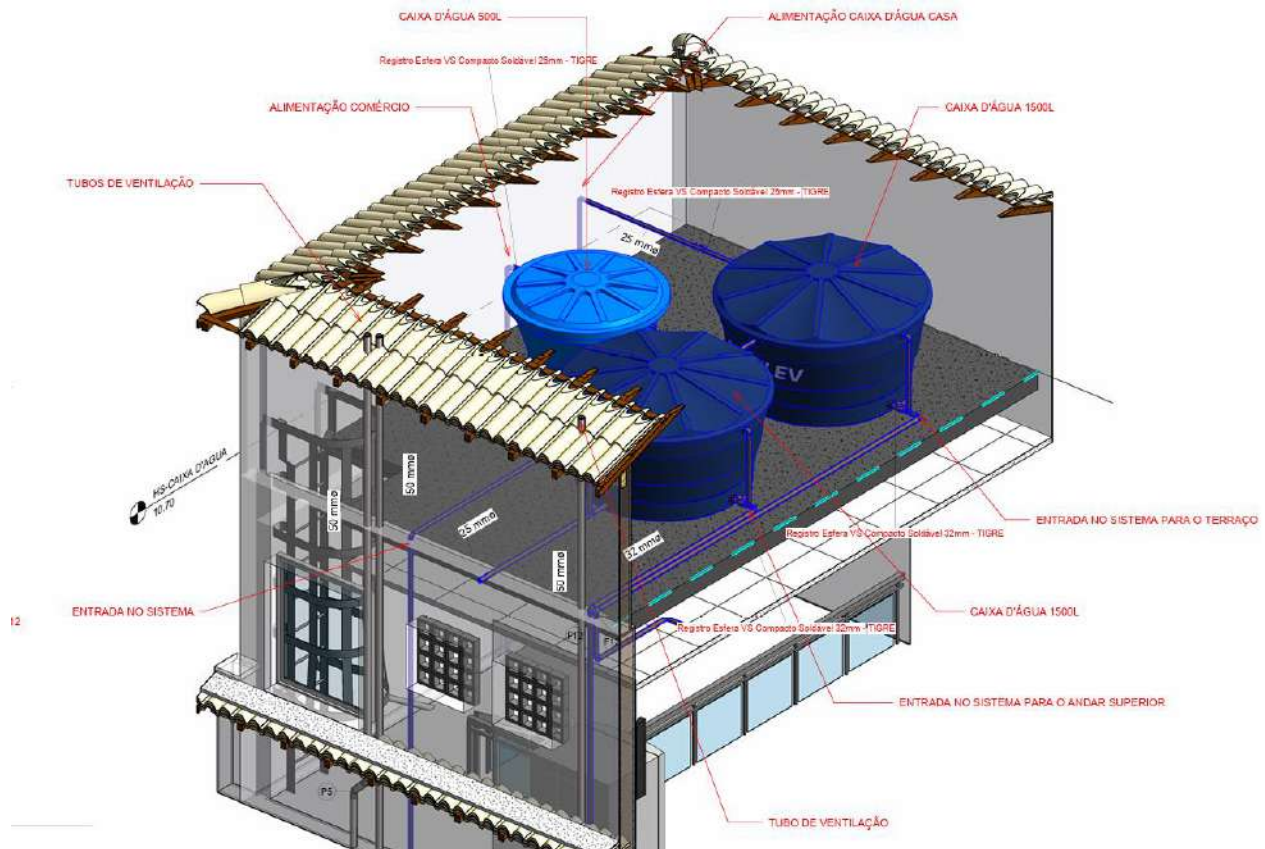


Fonte: Autor (2024).

Com o intuito de atender a demanda necessária para o ambiente residencial e o ambiente comercial, é dimensionado o volume necessário para cada reservatório. Para a residência foi optado por ter duas caixas d'água de 1500L, conectas entre si para manter o nível de água. Toda tubulação de alimentação predial deve conter ventilação,

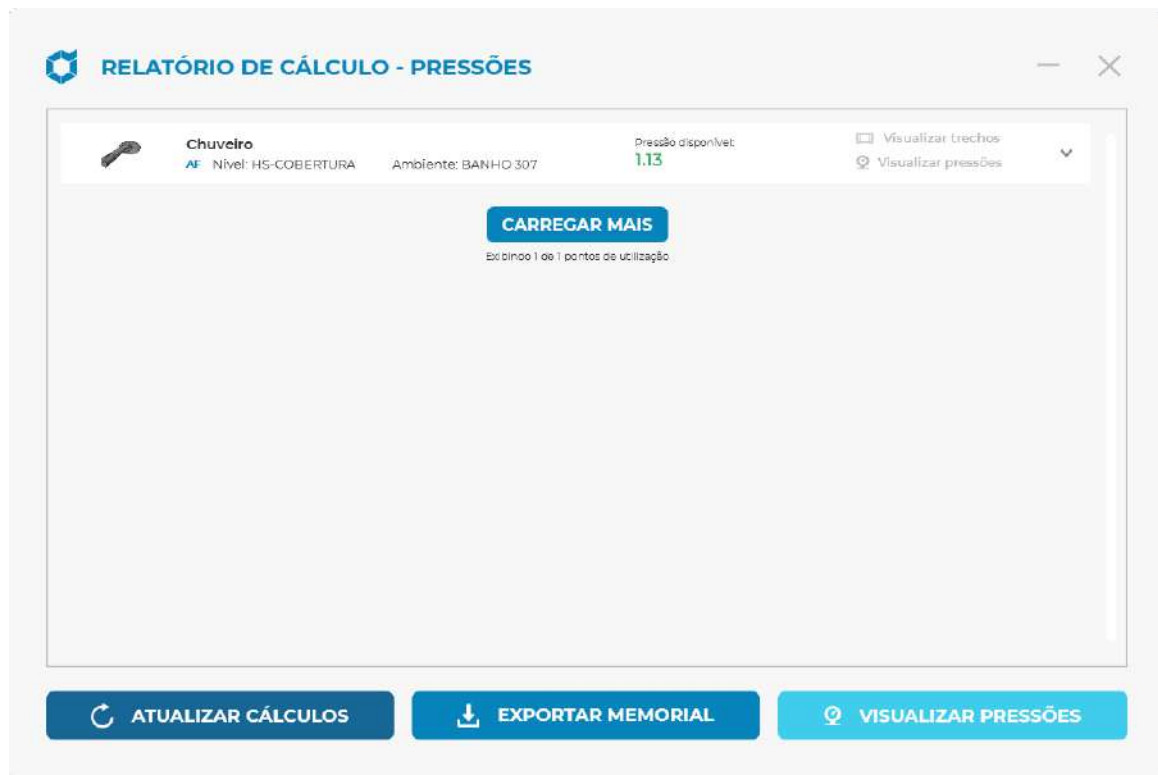
que é uma conexão feita para manter o ar fora da tubulação, e assim evitar a criação de bolsas de ar que possam impedir a passagem da água (**Figura 26**).

Figura 26 - Detalhamento 3D

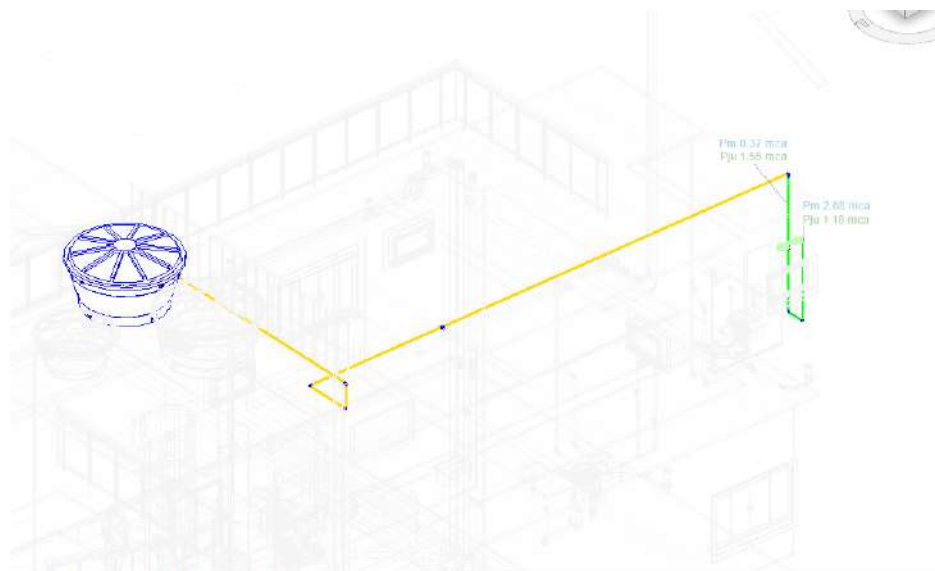


Fonte: Autor (2024).

A distribuição da água fria deve seguir pelas paredes evitando os pilares, esquadrias e estruturas que podem comprometer a integridade da edificação. A respeito do dimensionamento de todo o sistema de água fria, o software Revit não é próprio para cálculo de pressão, porém por meio de plugins específicos é possível proceder com a verificação do dimensionamento. De modo a utilizar o plugin chamado Dariva Bim, em que é possível além de calcular a pressão na tubulação em pontos específicos, gerar memorial hidráulico, memorial descritivo, entre outras facilidades. Um exemplo de um cálculo de pressão realizado em um chuveiro, como ponto mais crítico da edificação, está exemplificado na (**Figura 27, Figura 28**).

Figura 27 - Relatório de Cálculo de Pressão

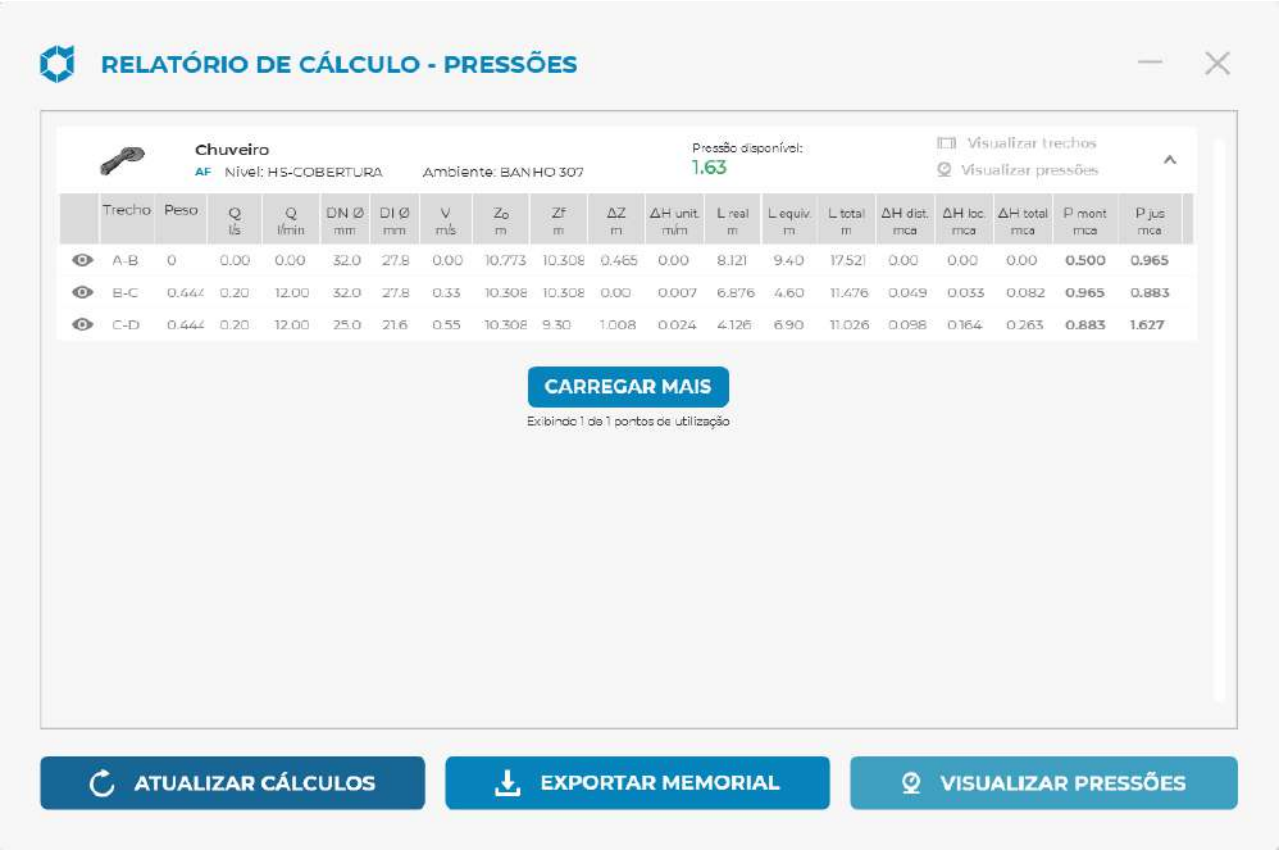
Fonte: Autor (2024).

Figura 28 - Visualizador do Cálculo de Pressão

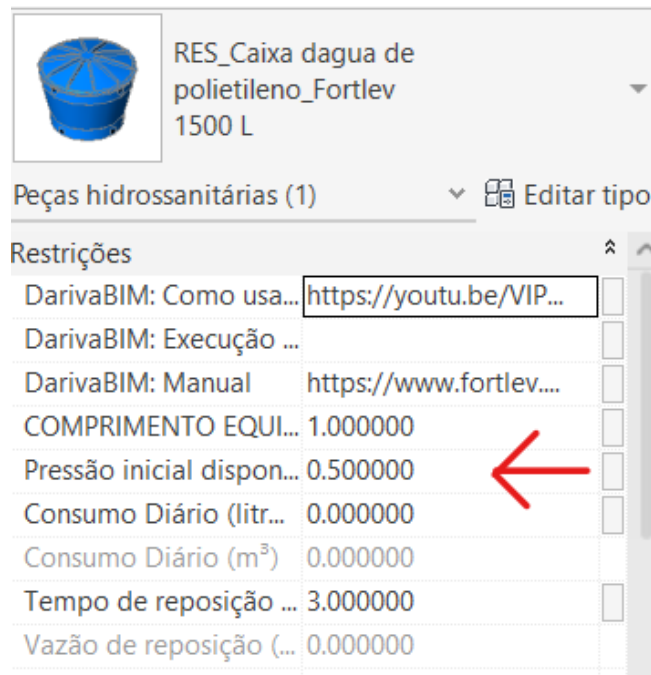
Fonte: Autor (2024).

Nesses anexos mostram o cálculo do chuveiro mais próximo do nível da caixa d'água, no seu estado mais crítico, quando não há água no reservatório. Por norma, a pressão mínima para o chuveiro é de 1 mca, nesse caso a pressão está dentro do padrão normativo. Assim, de forma a calcular uma situação típica de uso, onde a caixa d'água está com metade de sua capacidade, a pressão obtida supera a inicial, como mostra a **Figura 29** e **Figura 30**.

Figura 29 - Relatório de Cálculo de Pressões



Fonte: Autor (2024).

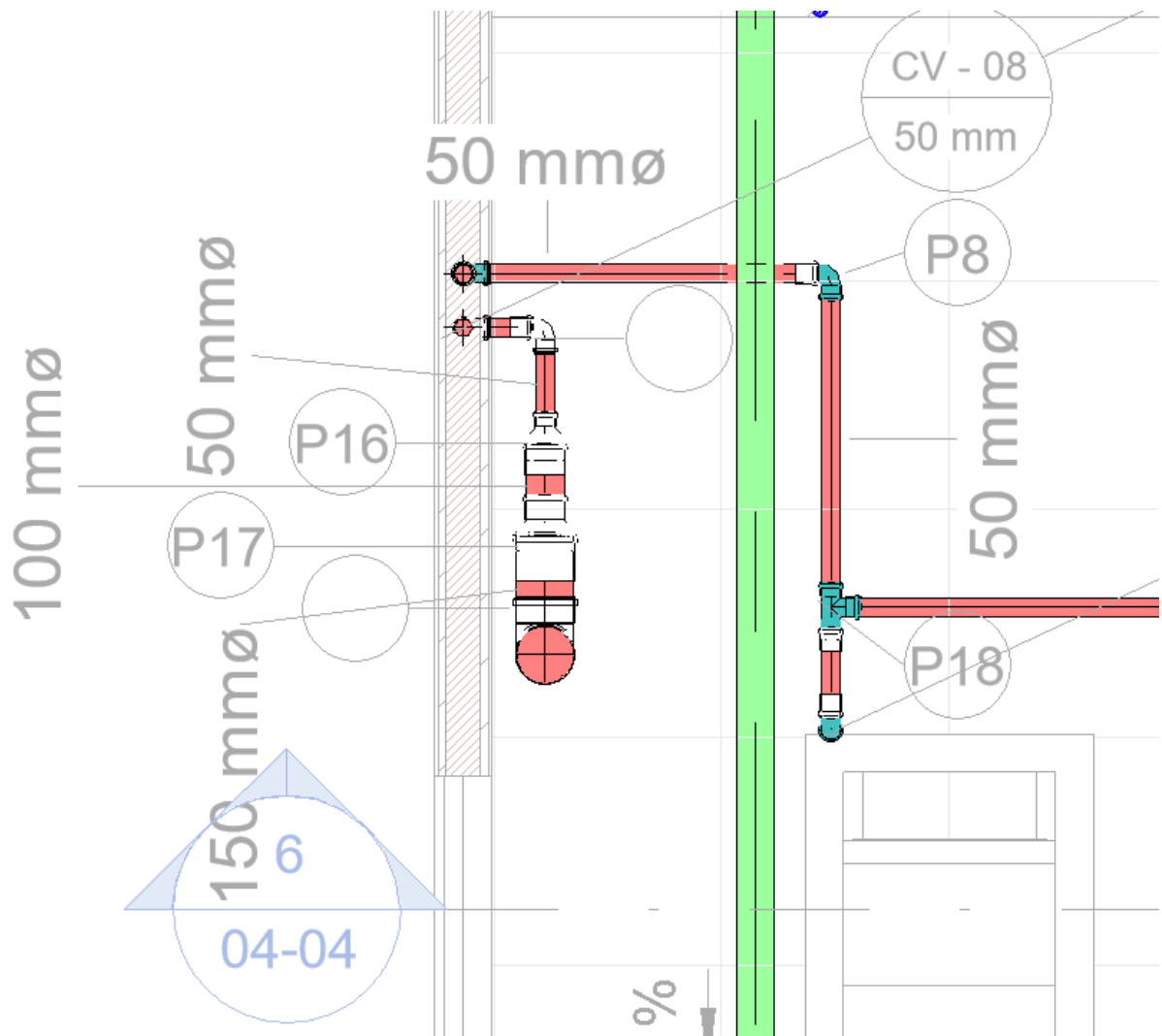
Figura 30 - Propriedades Caixa d'água

Fonte: Autor (2024).

É possível inferir que, se no ponto mais crítico da edificação, a tubulação do barrilete de 32 mm de diâmetro foi mais que suficiente para garantir a pressão, os demais pontos nos pavimentos inferiores, que estão a uma diferença de cota maior que o ponto mais crítico, o mesmo diâmetro de 32 mm pode ser usado para levar a água até os sub-ramais.

Quando não há solução para instalar uma esquadria em um banheiro para garantir a ventilação, é necessário a instalação de um exaustor, que garanta a retirada mal cheiro e circulação de ar no ambiente. Um exemplo de modelagem dessa solução está sendo apresentada na **Figura 31**.

Figura 31 - Detalhe Exaustor

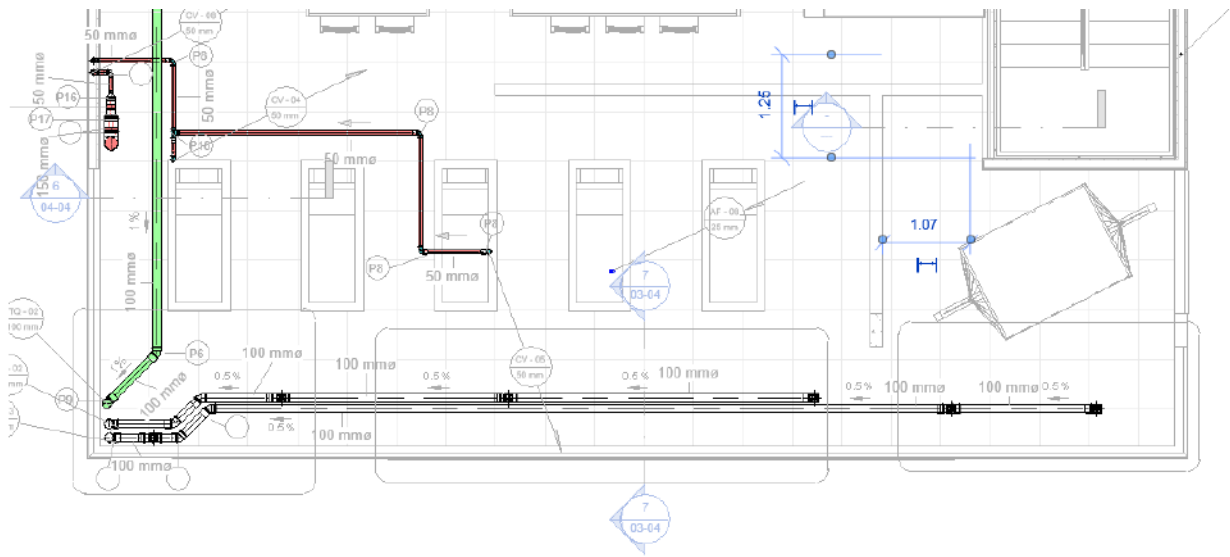


Fonte: Autor (2024).

Com esse esquema apresentado (**Figura 31**), o exaustor é ligado a um Joelho de 150mm e reduzido até chegar no diâmetro de 50mm, em que é possível subir a prumada pela parede até chegar a pelo menos 30cm acima do telhado ou platibanda.

Acerca do dimensionamento e modelagem pluvial, o número de tubos de queda e seu diâmetro são calculados com base na norma NBR 10844. Assim como as demais tubulações, esta não deve interferir com a estrutura do edifício, de forma a buscar que suas descidas aconteçam em *shafts* próprios para este uso ou em determinadas posições acordadas com o projeto arquitetônico (**Figura 32**).

Figura 32 - Detalhe Pluvial



Fonte: Autor (2024).

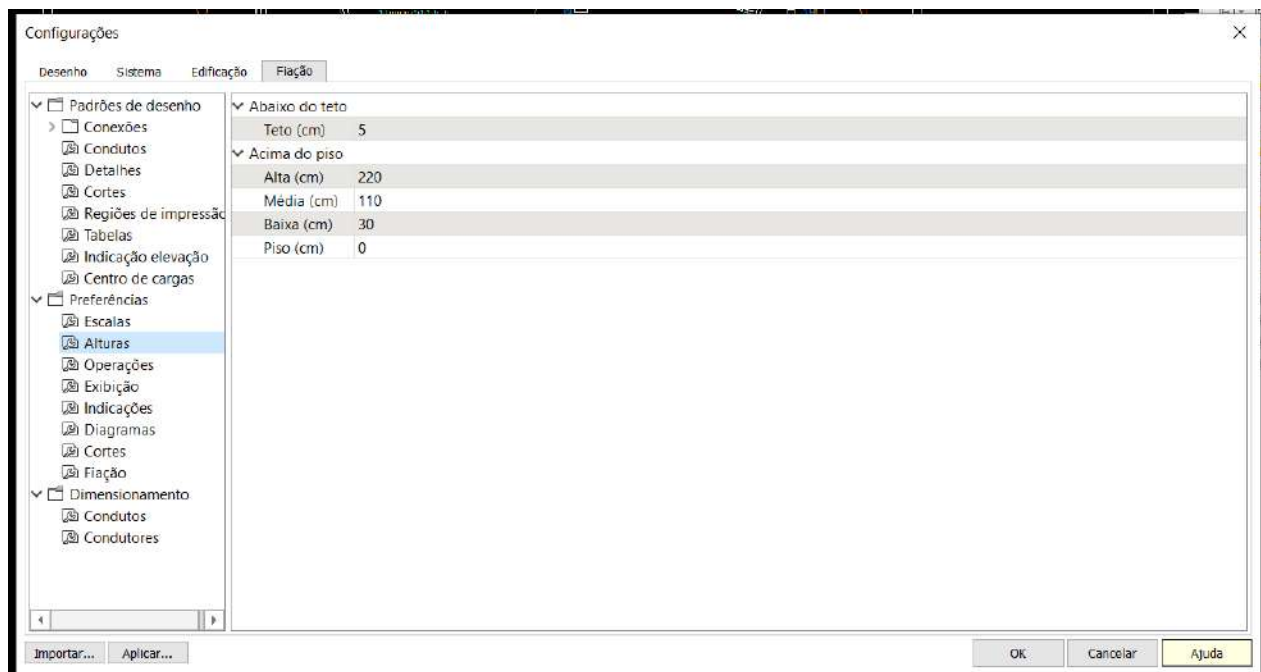
De modo a compatibilizar com o projeto estrutural, é de suma importância que esteja vinculado ao projeto hidrossanitário o arquivo IFC contendo os elementos estruturais pré-dimensionados, para assim poder se verificar os conflitos existentes entre as vigas e as tubulações. Dessa maneira, é possível realizar a alteração em ambos os projetos para que se chegue a uma solução possível de ser calculada e executada na fase na obra.

Um exemplo dessa compatibilização existente com o projeto pluvial, são os furos nas vigas para passagem da tubulação sob a laje, uma vez que, por conta do pé direito do forro, não é possível passar com a tubulação entre o forro e a laje (**Figura 33**).

arquitetônico pré-estabelecido e compatibilizado com o estrutural, os arquivos na extensão dwg são exportados e importados no programa QI Builder da AltoQI.

Para se dar início ao projeto é necessário colocar na escala correta e no mesmo ponto base, igual ao projeto arquitetônico. O projeto deve ser configurado com as alturas certas do projeto estrutural, sendo também definidas as alturas dos pontos elétricos antes do início da modelagem, para que se já inicie compatibilizado com as demais disciplinas (Figura 34).

Figura 34 - Configurações de Alturas



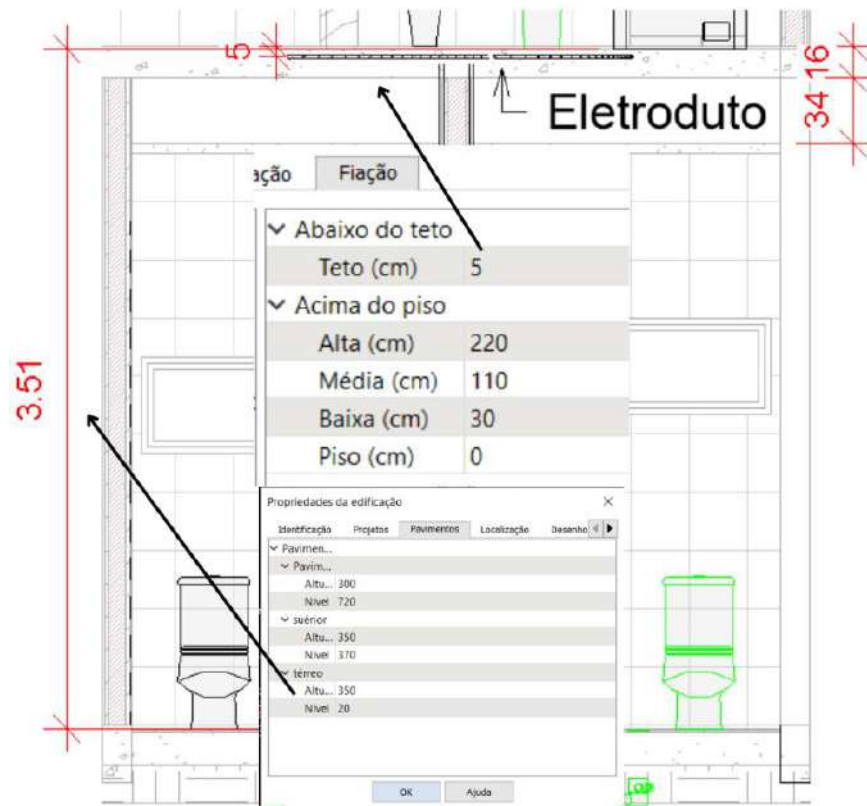
Fonte: Autor (2024).

O procedimento para dar sequência a modelagem baseia-se nos seguintes pontos:

- Adequação de todas as plantas do projeto em DWG dentro da plataforma QIBuilder, de forma que fiquem alinhadas pelo mesmo ponto de origem.
- Conversão dos desenhos para a escala correta, usando como medida base algum elemento do projeto arquitetônico, como uma parede. Observação: As medidas do programa da AltoQi são definidas em centímetros.

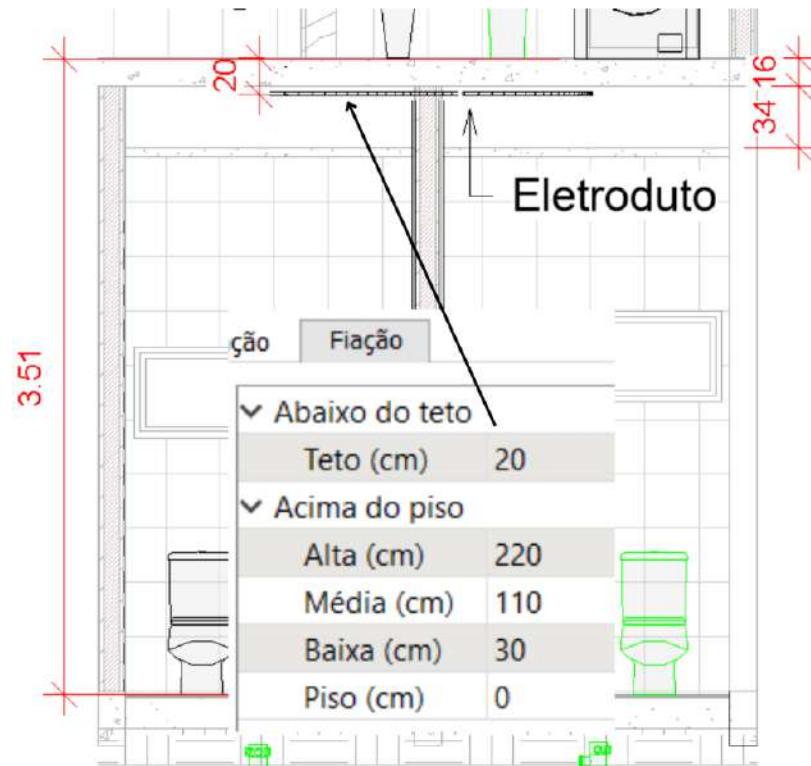
- Verificação das alturas de cada pavimento, para poder adequar a altura dos pontos de iluminação. Se o pé direito adotado está considerando a altura do piso ao forro, deve-se deixar a medida “Abaixo do teto” evidenciada na imagem XX em 0 cm. Uma vez que o pé-direito adotado seja o padrão do projeto arquitetônico e estrutural, ou seja, a distância entre o piso do pavimento atual ao piso do pavimento superior, deve-se considerar a altura “Abaixo do teto”, a distância entre a face do piso superior e face inferior da laje, podendo-se acrescentar um valor adotado a mais a fim de que se aproxime mais da realidade, mantendo-se a tubulação entre o forro e a face inferior da laje subsequente (**Figura 35, Figura 36**).

Figura 35 - Altura Eletroduto Teto



Fonte: Autor (2024).

Figura 36 - Altura Nova Eletroduto

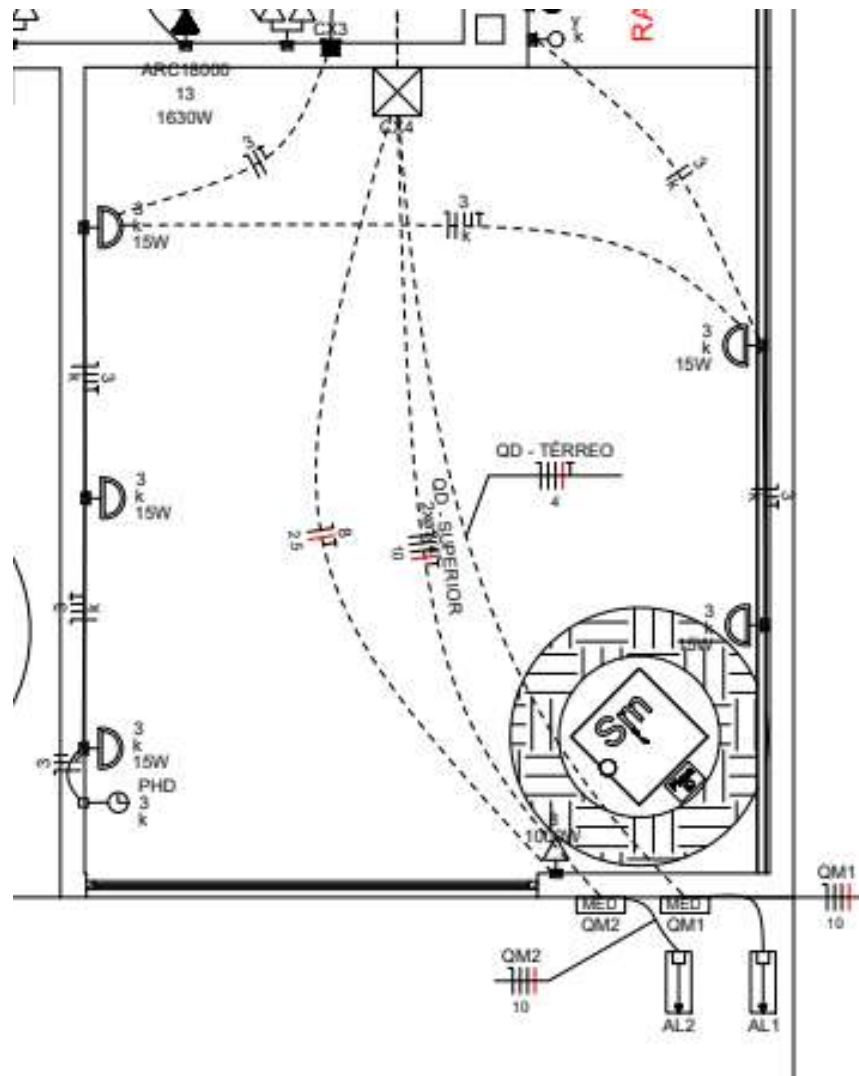


Fonte: Autor (2024).

- O lançamento dos pontos de iluminação e tomadas devem obedecer inicialmente ao mínimo ordenado por norma, sendo essa a NBR 5410 – 2004.
- A quantidade de lâmpadas deve respeitar o mínimo de lúmens que cada ambiente em específico necessita, de acordo com a NBR 5413 – 1992.
- Definição dos pontos de tomadas específicas;
- Definição da localização dos quadros de distribuição.

Para separar a medição de energia da residência unifamiliar da área comercial, foram instalados dois medidores independentes entre si. Dessa forma, com o uso de dois alimentadores diferentes mesmo sendo um único edifício, a instalação elétrica foi segmentada, de forma a gerar no final duas contas de energia diferentes (**Figura 37**).

Figura 37 - Entradas de Energia



Fonte: Autor (2024).

De modo a dimensionar uma fiação condizente com a realidade, os pontos elétricos devem ser calculados de acordo com a demanda para cada uso específico. A demanda pode ser explicada como a quantidade de horas úteis de utilização de cada dispositivo, sendo 100% como uso em tempo integral. Assim, de acordo com a norma de distribuição unificada NDU – 001, da concessionária Energisa, temos a relação de demanda para cada equipamento ou dispositivo elétrico da edificação (**Figura 38**).

Figura 38 - Demandas de acordo com potência instalada

DESCRIÇÃO	POTÊNCIA INSTALADA (kW) / DEMANDA (kVA)	FATOR DE DEMANDA (%)
RESIDÊNCIAS	0<P≤1kW	86
	1<P≤2kW	75
	2<P≤3kW	66
	3<P≤4kW	59
	4<P≤5kW	52
	5<P≤6kW	45
	6<P≤7kW	40
	7<P≤8kW	35
	8<P≤9kW	31
	9<P≤10kW	27
	10<P≤75kW	24
RESTAURANTES E SIMILARES		86
LOJAS E SIMILARES		86
IGREJAS E SIMILARES		86
HOSPITAIS E SIMILARES	para os primeiros 50kVA	40
	para o que exceder de 30kVA	50
HOTEIS E SIMILARES	para os primeiros 20kVA	50
	para os seguintes 80kVA	40
	para o que exceder de 100kVA	30
GARAGEM, ÁREAS DE SERVIÇO E SIMILARES		86
ESCRITÓRIOS	para os primeiros 20kVA	86
	para o que exceder de 20kVA	70
ESCOLAS E SIMILARES	para os primeiros 12kVA	86
	para o que exceder de 12kVA	50
CLUBES E SEMELHANTES		86
BARBEARIAS, SALÕES DE BELEZA E SIMILARES		86
BANCOS E CANTEIROS DE OBRAS		86
AUDITÓRIOS, SALÕES PARA EXPOSIÇÕES E SIMILARES		86
QUARTÉIS E SEMELHANTES	Para os primeiros 15kVA	100
	para o que exceder de 15kVA	40

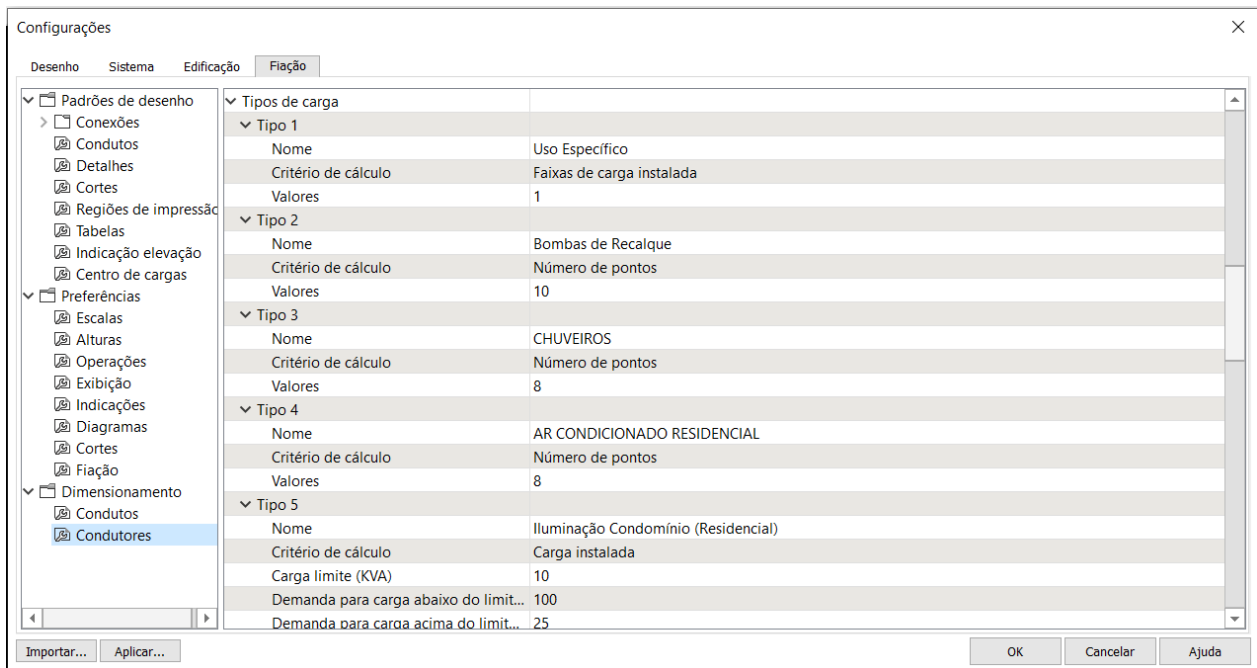
Fonte: NDU – 001 (Energisa).

De acordo com o tipo de empreendimento deve-se configurar os fatores de demanda no programa em questão, sendo o QiBuilder, para que seja dimensionado em acordo com os padrões regionais, e o dimensionamento do diâmetro da fiação elétrica seja realizado de maneira correta, sem o risco de estar fora da realidade e poder causar danos físicos ou orçamentários na execução e uso da edificação.

Dentro do programa QiBuilder, as configurações de demanda se aplicam aos tipos de equipamentos elétricos, de forma a agrupar pontos elétricos de ar condicionado por

exemplo (**Erro! Autoreferência de indicador não válida.**). Esse dimensionamento com base em demanda é uma forma de compatibilização, onde os elementos calculados são ajustados de acordo com a realidade.

Figura 39 - Configurações de Demanda QIBuilder



Fonte: Autor (2024).

Após o dimensionamento, há alguns pontos a serem observados e verificados, são eles:

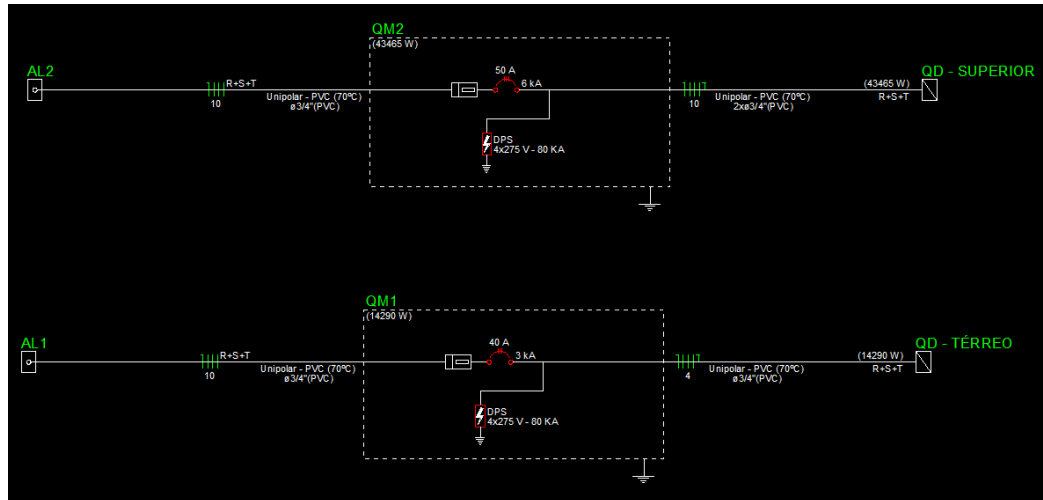
- ❖ Verificação do diâmetro dos eletrodutos;
 - Garantir que os eletrodutos sejam dimensionados adequadamente para a passagem dos cabos elétricos sem restrições, evitando sobrecargas e danos aos condutores.
- ❖ Inserção dos disjuntores DR – Diferencial Residual, em áreas molhadas;
 - Proteger contra choques elétricos em áreas onde há um maior risco de exposição à umidade, garantindo a segurança dos ocupantes e a integridade dos equipamentos.
- ❖ Inserção dos disjuntores de manutenção;

- Facilitar a manutenção e reparos futuros, permitindo isolar seções específicas do sistema elétrico sem interromper o fornecimento de energia para todo o ambiente.
- ❖ Inserção dos disjuntores DPS – Dispositivo de Proteção de Surtos;
 - Proteger os equipamentos elétricos contra danos causados por surtos de tensão, como os provocados por descargas atmosféricas, de forma que preserve a sua vida útil e evite prejuízos.
- ❖ Opcional: Disjuntor de desconexão;
 - Permitir a desconexão total da alimentação elétrica em situações de emergência ou manutenção.
- ❖ Verificação de demanda final do projeto;
 - Assegurar que a capacidade do sistema elétrico seja adequada para suportar a carga demandada por todos os dispositivos e equipamentos previstos, de forma a evitar sobrecargas e quedas de energia.
- ❖ Organização do desenho, de maneira que fique legível;
 - Facilitar a compreensão e interpretação do projeto elétrico por parte dos envolvidos na execução e manutenção, assim reduzindo erros e agilizando o processo de implementação.
- ❖ Cotagem dos pontos elétricos;
 - Especificar as dimensões e localizações precisas dos pontos de conexão elétrica, auxiliando na instalação correta dos dispositivos e na identificação de falhas ou necessidades de ajustes.
- ❖ Documentação de todas informações necessárias;
 - Registrar de forma clara e completa todos detalhes do projeto elétrico, incluindo especificações técnicas, diagramas, cálculos e normas aplicáveis, fornecendo um guia abrangente para a execução do sistema.

Após o projeto ser finalizado, a exportação dos arquivos IFC se torna necessária para a realização da compatibilização final com as outras disciplinas, sendo realizada no software Revit. A principal verificação a ser feita é a integração com o projeto estrutural,

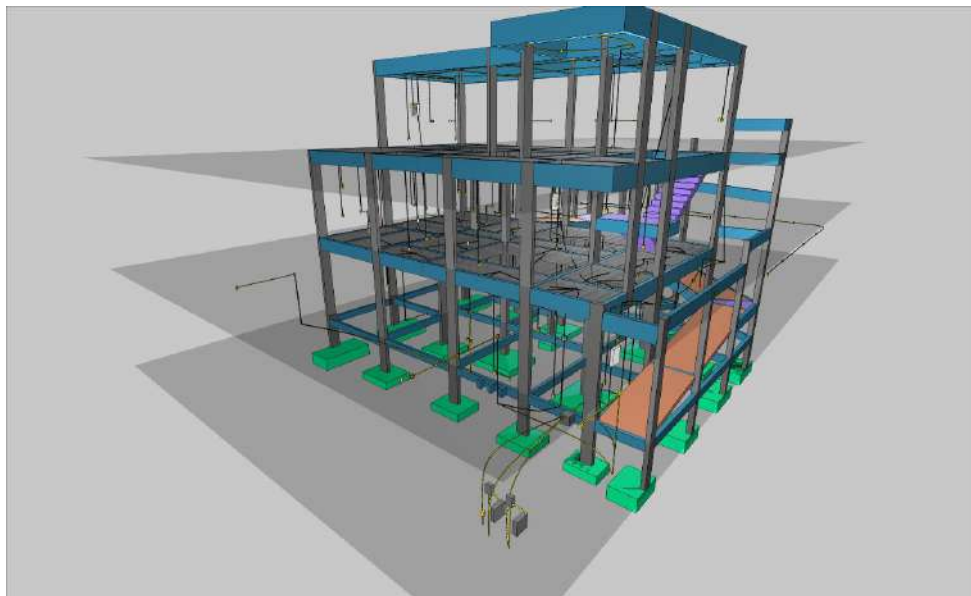
eliminar as eventuais passagens de eletrodutos em pilares, garantindo sua integridade e funcionalidade conforme o projetado (**Figura 40, Figura 41**).

Figura 40 - Entrada de Energia (QIBuilder)



Fonte: Autor (2024).

Figura 41 - Compatibilização em 3D



Fonte: Autor (2024).

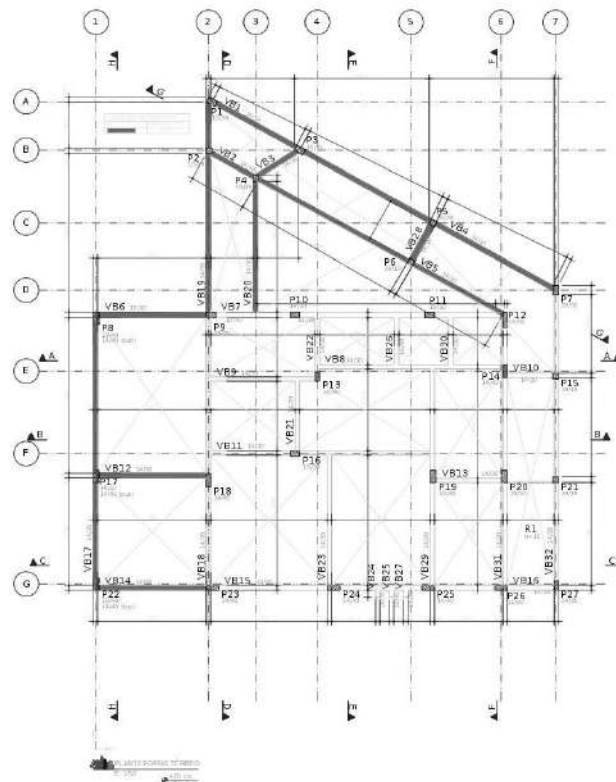
3.2.5 PROJETO ESTRUTURAL

O desenvolvimento do projeto estrutural está intimamente ligado às soluções arquitetônicas discutidas entre o cliente e o projetista. Ao se iniciar o projeto, as mesmas etapas iniciais do projeto elétrico, sendo elas:

- Exportar arquivos DWG de cada nível de planta baixa;
- Definição do ponto base (0,0);
- Configuração dos níveis de cada pavimento;
- Conversão de escala, e inserção dos arquivos DWG em cada nível específico.

Para se dar início à modelagem, realizada no software TQS, deve – se posicionar os pilares nas intersecções das paredes de forma que fiquem a pelo menos 2 metros de distância entre si (**Figura 42**). As vigas primeiramente devem obedecer a espessura das paredes de acordo com o projeto arquitetônico.

Figura 42 - Planta de Localização Estrutural



Fonte: Autor (2024).

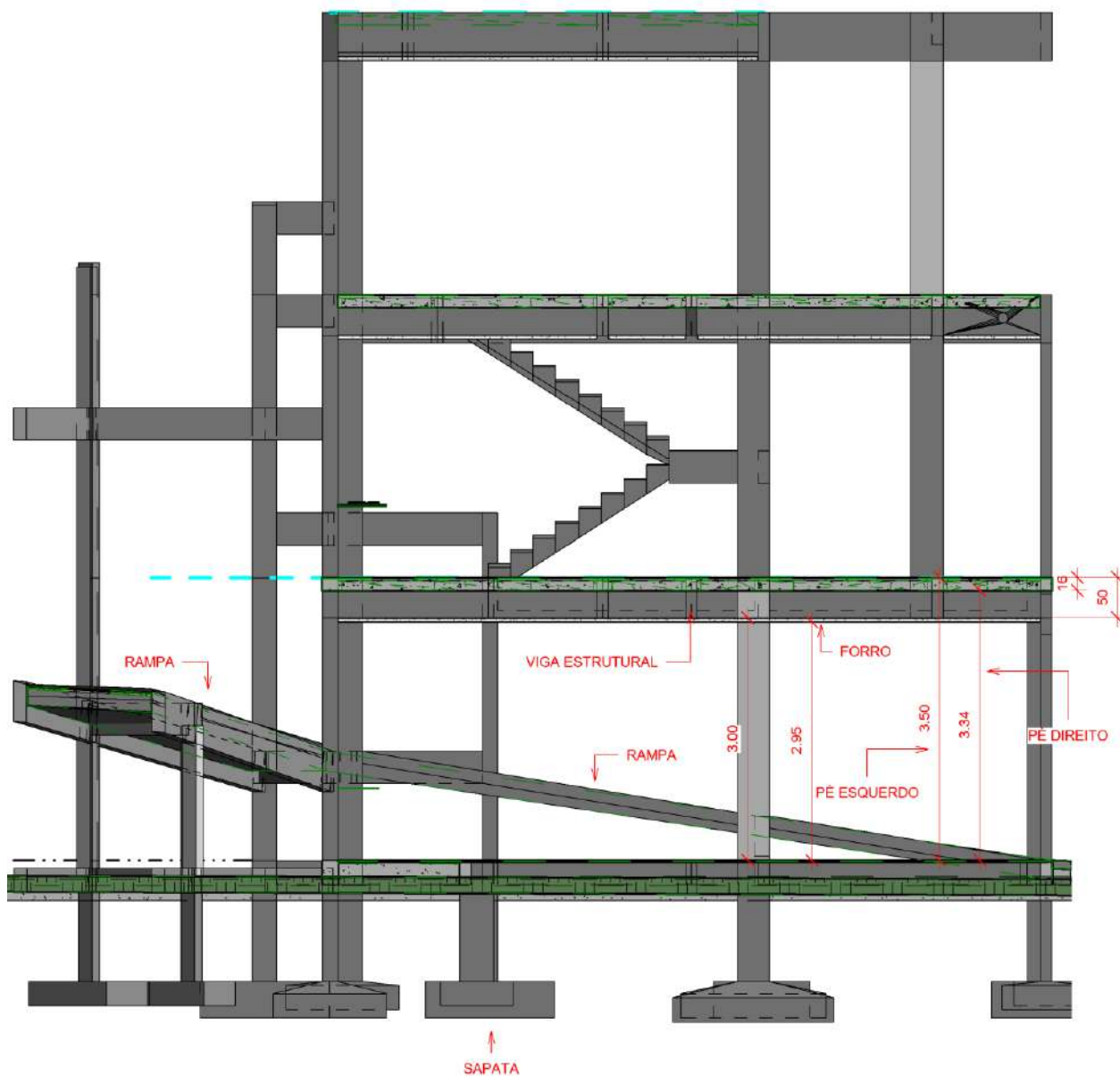
A definição da localização dos pilares estruturais do projeto é o primeiro elemento a ser analisado durante a compatibilização com o arquitetônico. Possíveis interferências com elementos como esquadrias ou a inserção de pilares em meio a vãos livres, são discussões a serem realizadas primeiramente dentro do projeto estrutural, sobre a possível mudança de posição dos elementos estruturais.

Etapas de compatibilização durante a execução do projeto estrutural:

1. Localização dos pilares e modelagem das vigas

- 1.1. Definição em pontos estratégicos, que permitam sempre que possível um vão livre considerável entre eles, sendo recomendado uma distância mínima de 2 metros.
- 1.2. Após a modelagem inicial dos elementos estruturais, deve-se realizar a exportação do arquivo ifc para verificar as possíveis inconsistências com o projeto arquitetônico e seus elementos.
- 1.3. Caso haja alguma incompatibilidade com algum elemento arquitetônico, deve-se estudar a possibilidade de alteração do projeto estrutural e analisar as possibilidades do correto dimensionamento do projeto.
- 1.4. Decorrida a análise estrutural, que envolve juntamente a viabilidade econômica, e verificado que não é possível eliminar a interferência com algum elemento arquitetônico específico, deve-se realizar a alteração do projeto arquitetônico para se ficar compatibilizado com o estrutural. Feita essa alteração, todos os demais projetos, hidrossanitário e elétrico e quaisquer outros projetos adicionais, devem receber a atualização, para que o desenvolvimento desses seja de acordo com a última revisão feita.
- 1.5. Verificação da altura das vigas baldrame, e análise do tamanho das vigas dos pavimentos superiores e sua interação com a altura do forro.
- 1.6. Por conta das vigas transversais que passam fora das linhas de paredes, é importante que a altura esteja restrita ao nível superior do forro, de forma a garantir que haja conforto visual e não necessite reduzir a altura do pé-direito aparente, ou seja, distância do piso ao forro (**Figura 43**).

Figura 43 - Compatibilização de Pé Direito e Pé Esquerdo



Fonte: Autor (2024).

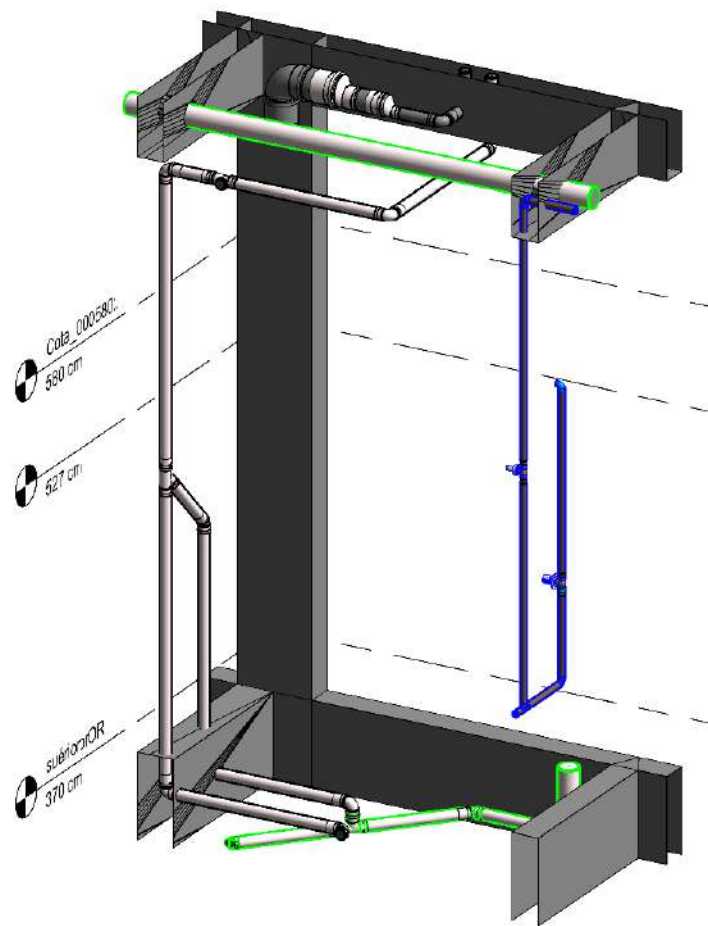
A compatibilização do projeto estrutural, na questão da fundação baseia-se entre a relação à capacidade do solo, sendo avaliada em ensaios de sondagem à percussão (SPT) - onde é definido a melhor opção de fundação de acordo com a resistência do solo e o nível de água presente no terreno – e a melhor solução viável economicamente na cidade e região onde será construída a edificação.

Realizada as compatibilizações iniciais com o projeto arquitetônico, dentre os projetos elaborados para esse empreendimento, o projeto estrutural deve ser integrado com as soluções do projeto hidrossanitário.

Para garantir a integridade do sistema, toda passagem de tubulação a partir de 50mm de diâmetro deve ser analisada. Em todo caso, a passagem vertical de tubulações desse diâmetro pode ser efetuada sem alguma modificação estrutural, já a passagem horizontal pode ser realizada desde que não interfira na posição das armaduras das vigas.

Em relação a diâmetros maiores, ao considerar tubulações de 100mm em um projeto, é crucial que as vigas sejam calculadas de maneira a incorporar os furos necessários para a passagem dessas tubulações já durante a fase de modelagem. Dessa forma, é possível garantir uma integração eficiente entre os sistemas estruturais e de instalações, evitando problemas posteriores durante a execução da obra. Além disso, esse processo permite otimizar o dimensionamento das vigas, levando em consideração as cargas adicionais provocadas pelos furos, o que contribui para uma estrutura mais eficiente e econômica (**Figura 44**).

Figura 44 - Integração Estrutural x Hidrossanitário



Fonte: Autor (2024).

Um exemplo de compatibilização estrutural se deu com a análise e dimensionamento correto, por parte do calculista, de vigas de transição onde nascem novos pilares. Vigas de transição são elementos complexos que exigem uma cuidadosa análise para assegurar que as cargas sejam transmitidas de forma eficiente e segura entre diferentes partes da edificação. Nesse caso, a compatibilização estrutural envolve diversos aspectos:

1. Dimensionamento das vigas:

- As vigas de transição devem ser dimensionadas adequadamente para suportar as cargas provenientes dos pilares, de forma que garanta a ausência de sobrecargas ou pontos de tensão excessiva.

2. Posicionamento das armaduras:

- É necessário projetar e posicionar as armaduras de forma apropriada para garantir a resistência e a durabilidade das vigas. Isso inclui o correto espaçamento, diâmetro e posicionamento das barras de aço, de forma a levar em consideração as cargas atuantes e as condições de serviço esperadas.

3. Transição suave entre elementos estruturais:

- Criar uma transição fluida e gradual entre as vigas de transição e os pilares, de maneira a evitar descontinuidades abruptas que possam resultar em concentrações de tensão ou pontos de fragilidade da estrutura.

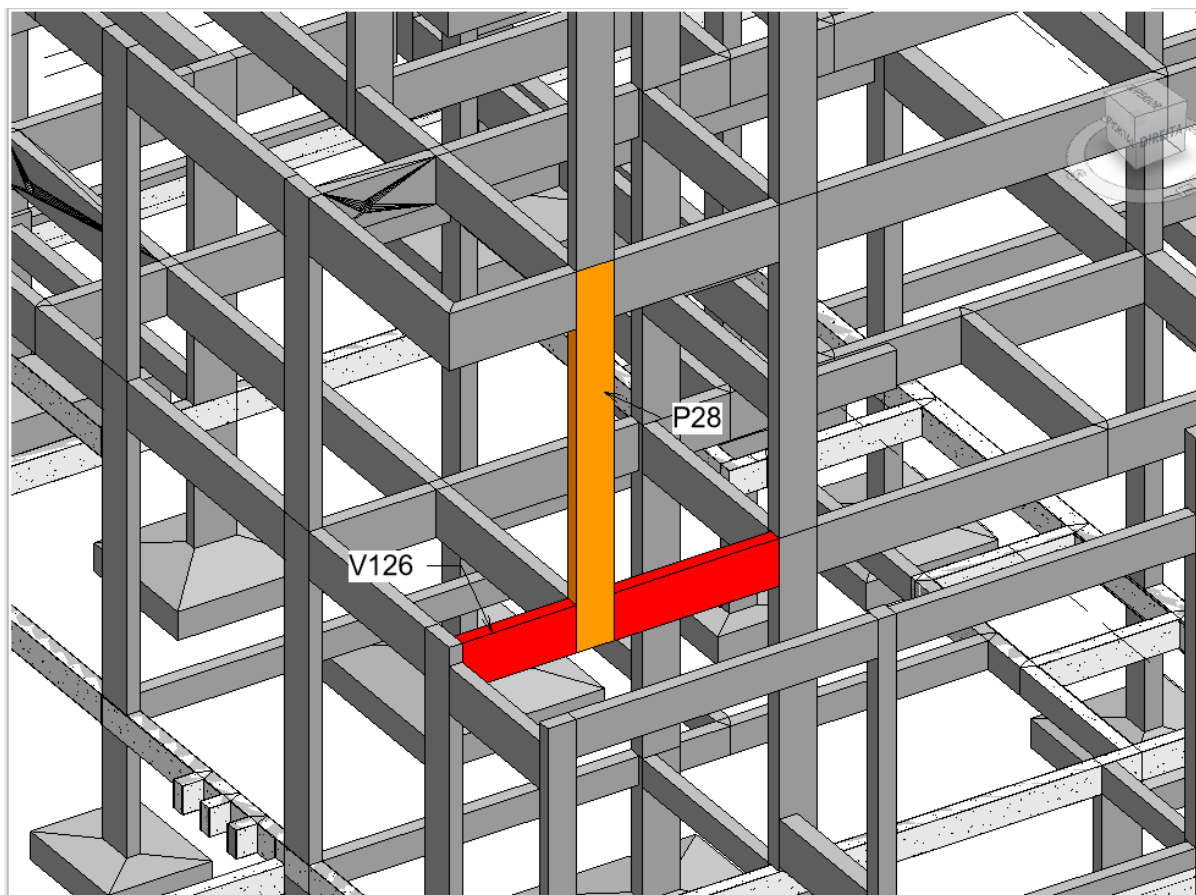
4. Compatibilidade de deformações:

- Deve-se garantir que as deformações e deslocamentos esperados sejam compatíveis entre as vigas e pilares, de forma que evite a ocorrência de fissuras ou danos devido a incompatibilidade de movimentação.

5. Análise de interação solo-estrutura (se aplicável):

- Se a estrutura estiver sujeita a ações do solo, é importante considerar a interação solo-estrutura para garantir a estabilidade global do sistema, incluindo o comportamento das vigas de transição e dos pilares.

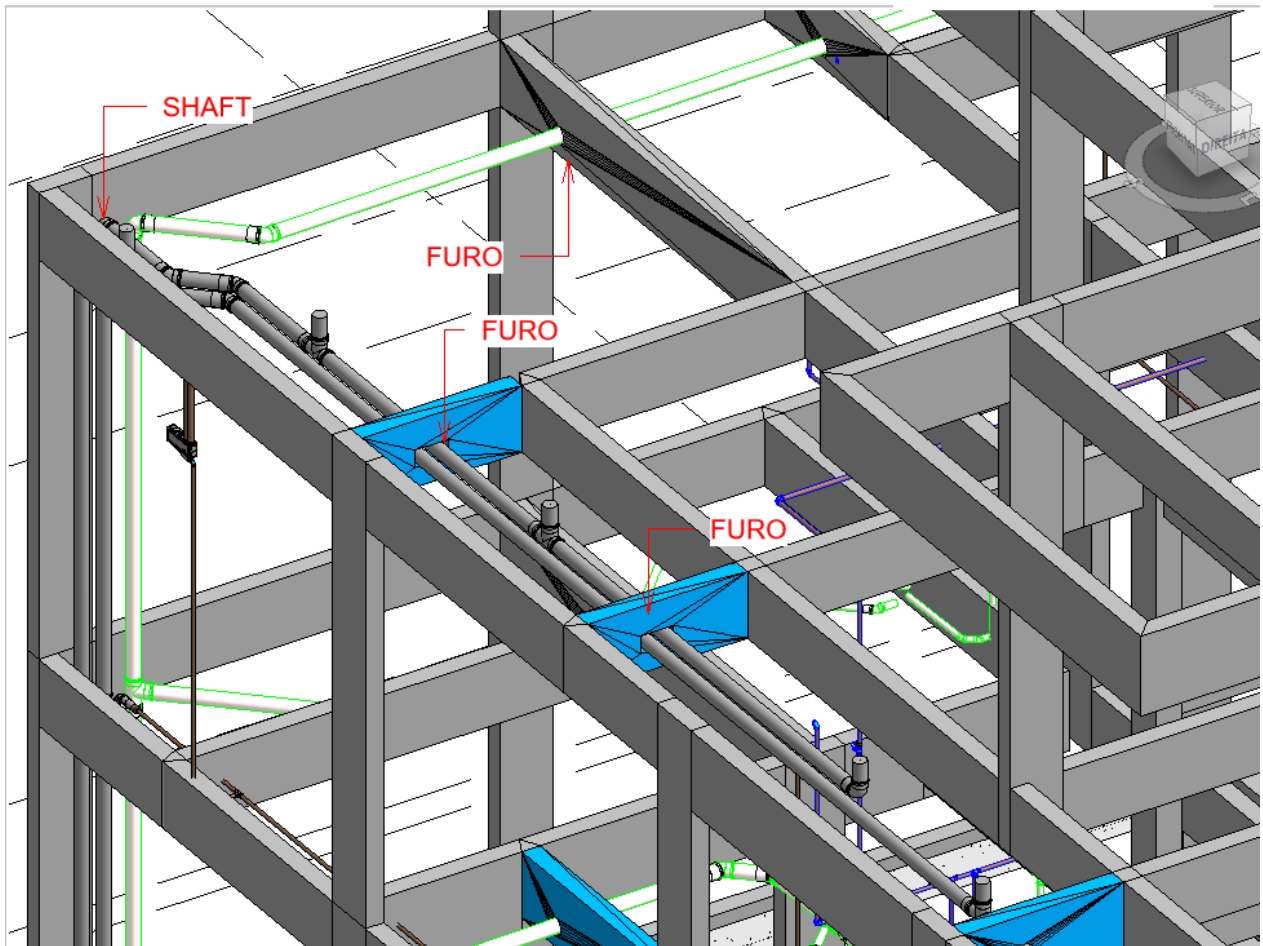
A **Figura 45** representa o nascimento do pilar 28 de uma viga de transição, a garantia de que a estabilidade global da estrutura não seja afetada é crucial para a validação do sistema proposto pelo engenheiro calculista. O correto dimensionamento e detalhamento, que já possa garantir o reforço necessário para a estrutura se comporta de maneira eficaz, são pilares cruciais para a eliminação de retrabalhos na etapa de execução, de modo que a solução de todos possíveis erros seja feita na etapa de modelagem aliada ao cálculo estrutural.

Figura 45 - Viga de Transição

Fonte: Autor (2024).

O reforço necessário para a compatibilização com a tubulação pluvial foi realizado durante a execução do projeto, sendo feitas compatibilizações utilizando o modelo de arquivo IFC. Por razão do nível do forro e altura das vigas, foi necessário que - a tubulação que possui inclinação de 1% - tivesse passagem por dentro de algumas vigas, dessa forma, com auxílio de todos os dados como cotas, alturas corretas e distâncias das extremidades, as vigas foram dimensionadas já com os furos que garantiram a integridade estrutural e eliminaram a possibilidade desses serem feitos incorretamente na etapa de execução da obra (**Figura 46**).

Figura 46 - Furos para passagem de Tubulações de 100mm

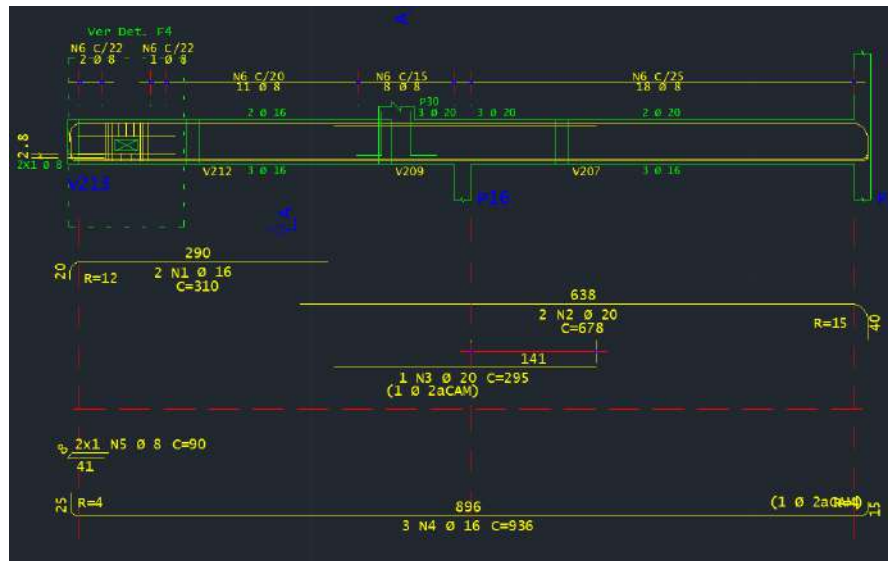


Fonte: Autor (2024).

O estudo das duas disciplinas em conjunto foi importante para a boa execução de um projeto que comportasse todo o funcionamento da edificação. O principal desafio da modelagem de todas as disciplinas, foi garantir a constante interação entre os membros integrantes da equipe de projetos e o cliente, elemento principal de todo conceito BIM, de forma que todas as alterações realizadas nos projetos foram apresentadas imediatamente aos demais projetistas.

Um exemplo de detalhamento de uma viga que possui um furo de passagem para tubulação pluvial e recebe um pilar em descontinuidade com o pavimento inferior (**Figura 47, Figura 48**).

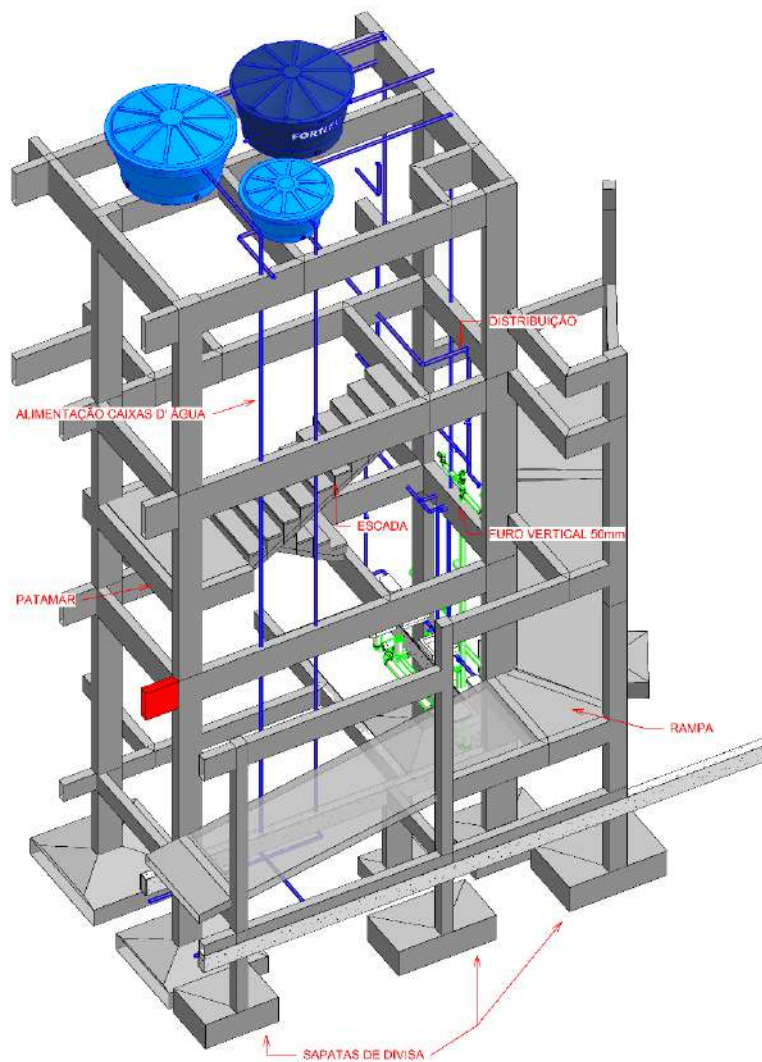
Figura 47 - Detalhe Estrutural de uma Viga



Do ponto de vista da compatibilização de projetos, a modelagem do projeto estrutural enfrentou algumas dificuldades que foram solucionadas com um nível maior de cuidado por parte do calculista (**Figura 49**). Desafios que foram importantes para o dimensionamento da edificação:

- Estabilidade global por conta do peso dos reservatórios;
- Combate aos deslocamentos de vigas de transição e de vigas da escada;
- Compatibilização estrutural da rampa com o projeto arquitetônico proposto;
- Dimensionamento das sapatas de divisa.

Figura 49 - Verificação da Compatibilização Final



Fonte: Autor (2024).

3.2.6 Solibri Office

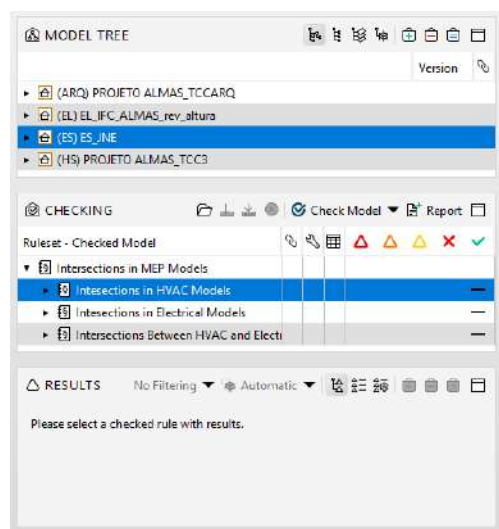
Sendo uma alternativa para a realização da compatibilização de projetos, o programa Solibri foi desenvolvido dentro da tecnologia BIM, sendo um excelente visualizador 3D com diversas funções que auxiliam na análise de conflitos entre as diferentes disciplinas de projeto.

Tendo em vista que a integração entre os projetos realizados em diferentes softwares ocorre por meio do modelo de arquivo IFC, foram exportados nessa extensão os projetos:

- Arquitetônico
- Estrutural
- Hidrossanitário
- Elétrico

O programa possui uma exigência computacional menor quando comparado ao software Revit, podendo-se considerar como vantagem ao ser utilizado. Sendo intuitiva sua utilização, este apresenta em sua interface a organização de todos os modelos IFC que foram inseridos para análise de compatibilidade (**Figura 50**).

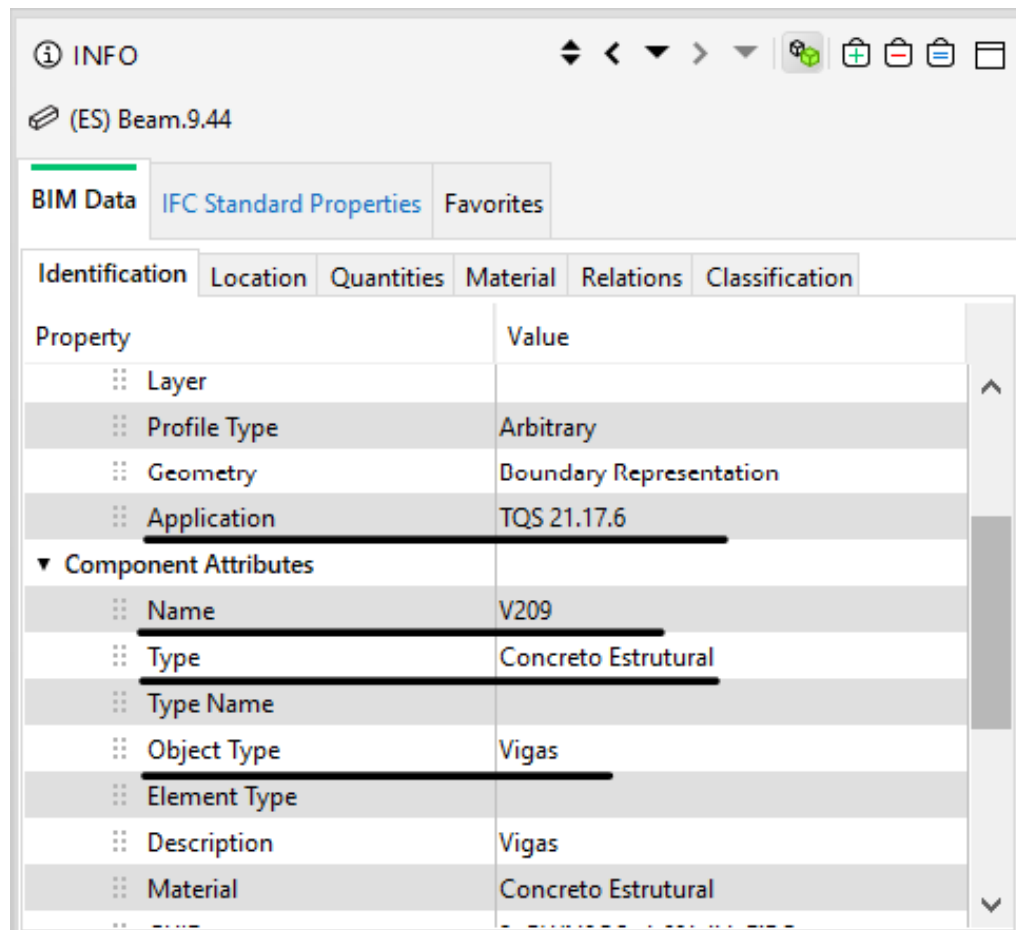
Figura 50 - Interface Solibri



Fonte: Autor (2024).

Os modos de visualização podem ser editados para checagem de ambientes ou níveis específicos de projeto, de forma a manter todas as propriedades originais, dessa forma, cada elemento gráfico tem suas informações detalhadas na aba de propriedades (**Figura 51**).

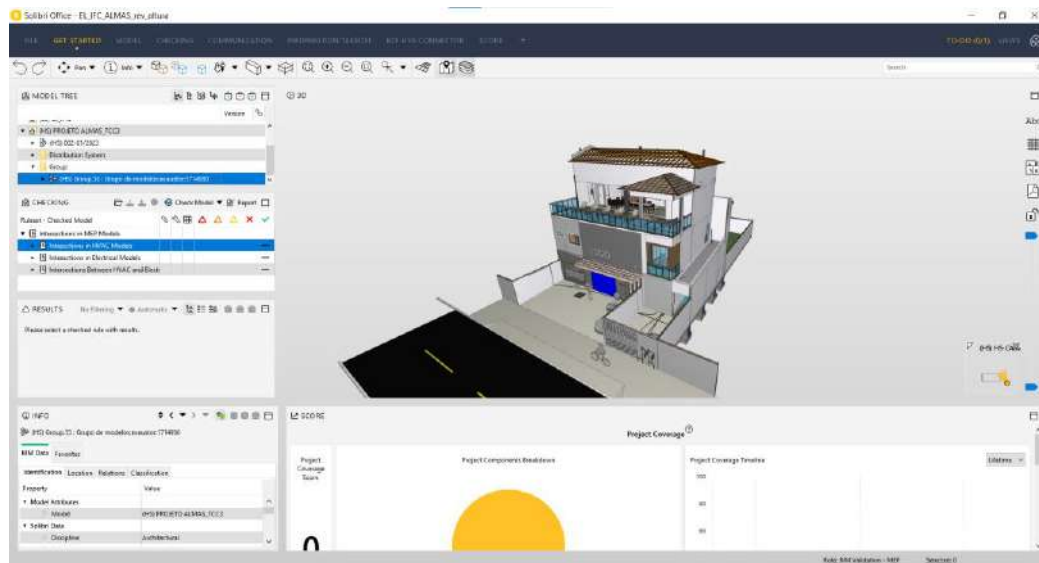
Figura 51 - Propriedades IFC



Fonte: Autor (2024).

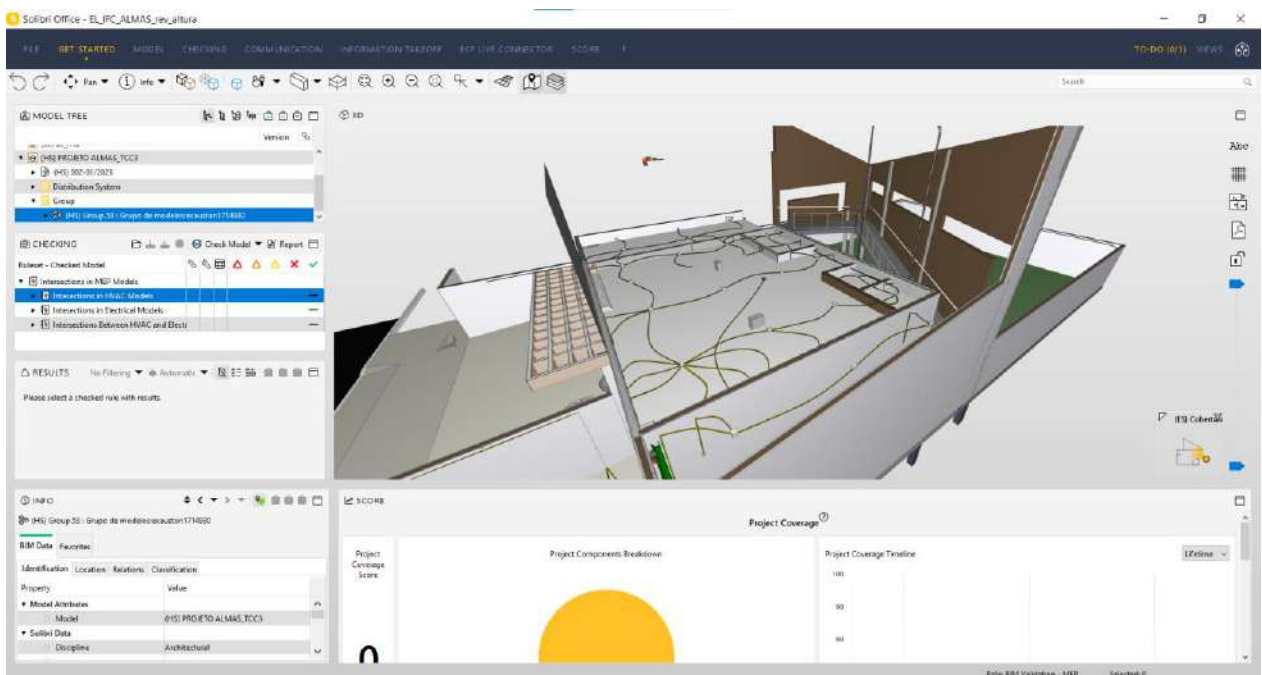
Dessa maneira, as disciplinas podem ser ajustadas de acordo com a necessidade, a exemplo de visualizações, seguem algumas imagens a exemplificar os modos de verificação da compatibilização entre os projetos (**Figura 52, Figura 53**).

Figura 52 - 3D Solibri



Fonte: Autor (2024).

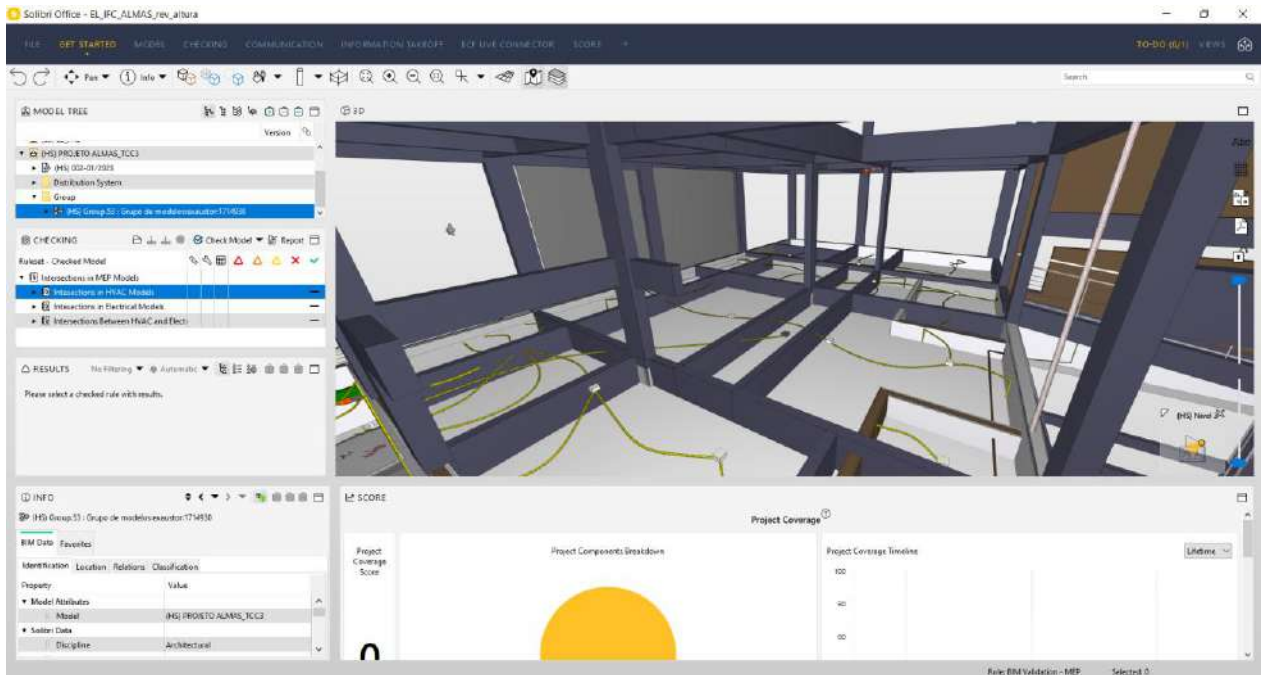
Figura 53 - Representação Solibri



Fonte: Autor (2024).

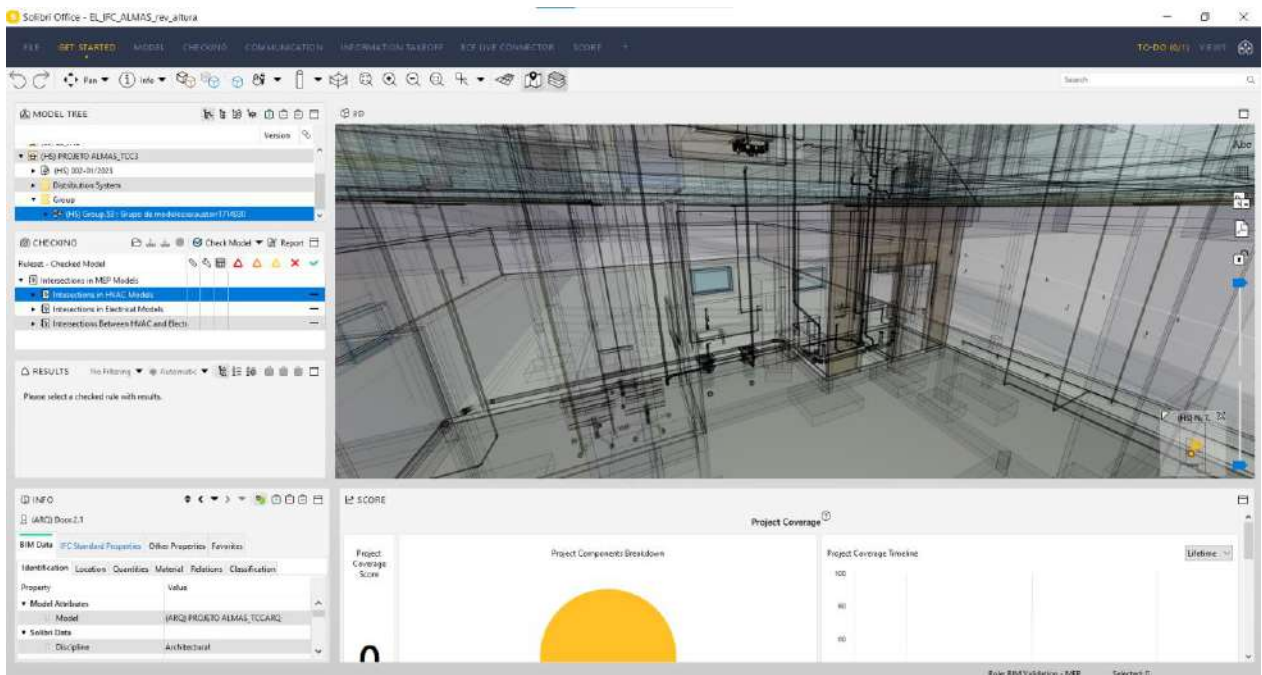
As diferentes modalidades de compreensão do comportamento de todo os sistemas de uma edificação são importantes para a discussão e solução de conflitos, de forma a adequar a forma mais eficiente e eficaz (**Figura 54, Figura 55**).

Figura 54 - Vista Elétrico x Estrutural Solibri



Fonte: Autor (2024).

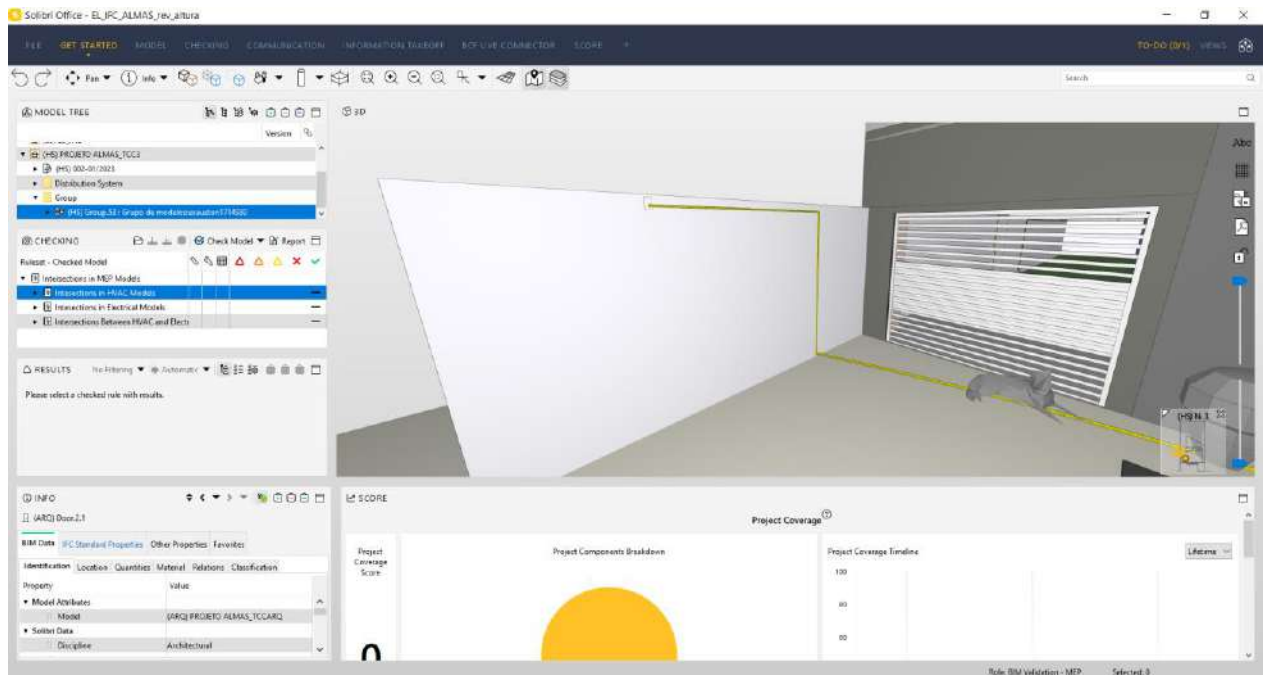
Figura 55 - Compatibilização Solibri



Fonte: Autor (2024).

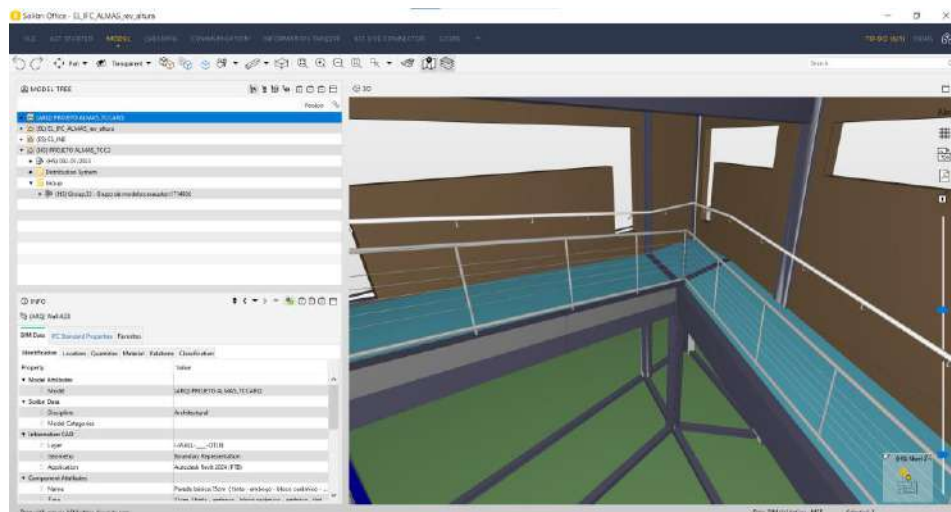
Um dos pontos importantes categorizados neste trabalho é a verificação das alturas dos pontos elétrico, de modo a confirmar que se adequa ao projeto arquitetônico é importante que o arquivo IFC seja inserido no mesmo ponto de origem a todos os projetos, assim como o deslocamento no eixo Z seja igual a todas disciplinas (**Figura 56**, **Figura 57**).

Figura 56 - Altura Ponto Elétrico - Solibri



Fonte: Autor (2024).

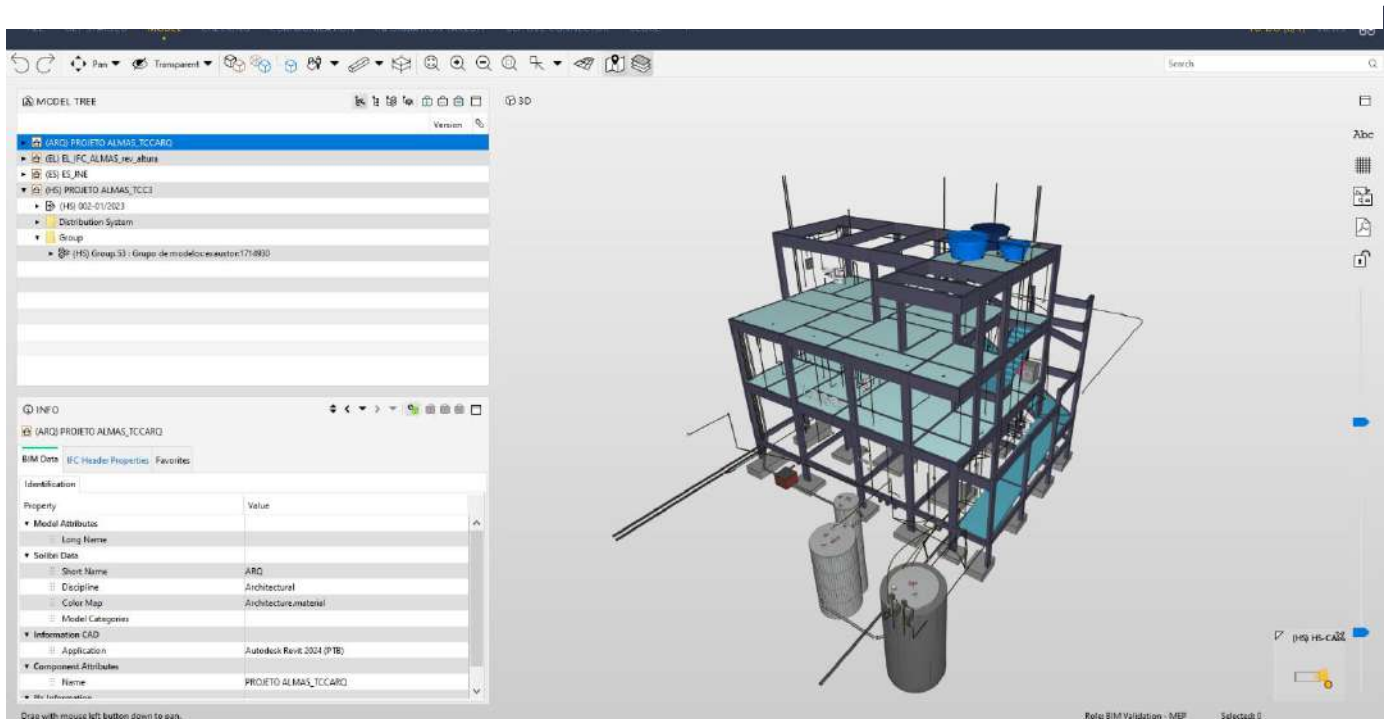
Figura 57 - Visão Rampa



Fonte: Autor (2024).

O modo de visualização com a junção somente dos projetos de engenharia permite a compatibilização com a estrutura da edificação, de modo a analisar as melhores soluções para a garantia da estabilidade global e economia de recursos físicos e materiais para sua execução (**Figura 58**).

Figura 58 - Visão 3D - Projetos de Engenharia



Fonte: Autor (2024).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O correto uso da modelagem BIM no presente trabalho se mostrou uma ferramenta eficaz para melhor compreensão de toda a edificação. O manejo do software Revit permitiu uma colaboração mais eficiente entre os mais diferentes *stakeholders*, os envolvidos, do projeto, como os engenheiros projetistas, clientes e construtores. Isso resultou em uma melhor coordenação e integração entre as disciplinas envolvidas, de forma a reduzir conflitos e retrabalhos.

A adoção do Revit para elaboração do projeto arquitetônico e hidrossanitário foi de grande importância para a garantia do processo de compatibilização da estrutura. O programa, além de permitir o detalhamento completo da edificação como a geração de lista de quantitativos precisa para boa execução da obra, é um dos *softwares* principais no quesito de colaboração de trabalhos em BIM.

O uso do IFC garante a integração entre diversos programas que elaboram projetos de arquitetura e engenharia. Esse formato de arquivo preserva todas as informações de uma determinada modelagem, o que permite a interoperabilidade entre diferentes softwares, mantendo-se neutro em relação às características dos aplicativos. Ao exportar um arquivo IFC do projeto estrutural desenvolvido no TQS, todas as informações de todos os elementos são preservadas em um modelo tridimensional. Isso possibilita a leitura e análise em qualquer outro programa BIM, de modo a facilitar a compatibilização entre as disciplinas de projeto de forma precisa.

O desenvolvimento de todos os projetos deu-se em 3 diferentes programas, sendo eles o Revit, AutoCAD e o TQS. O principal diferencial da atuação de todos esses, foi a integração com o projeto arquitetônico no Revit por meio do IFC. Através da colaboração de projetos, que é a centralização e compartilhamento de informações em um modelo digital único e atualizado, sendo realizada por meio do google drive, todos os integrantes da equipe de projetos possuiu o modelo central do projeto arquitetônico, o que permitiu a constante verificação de interferências de projeto e incompatibilidades.

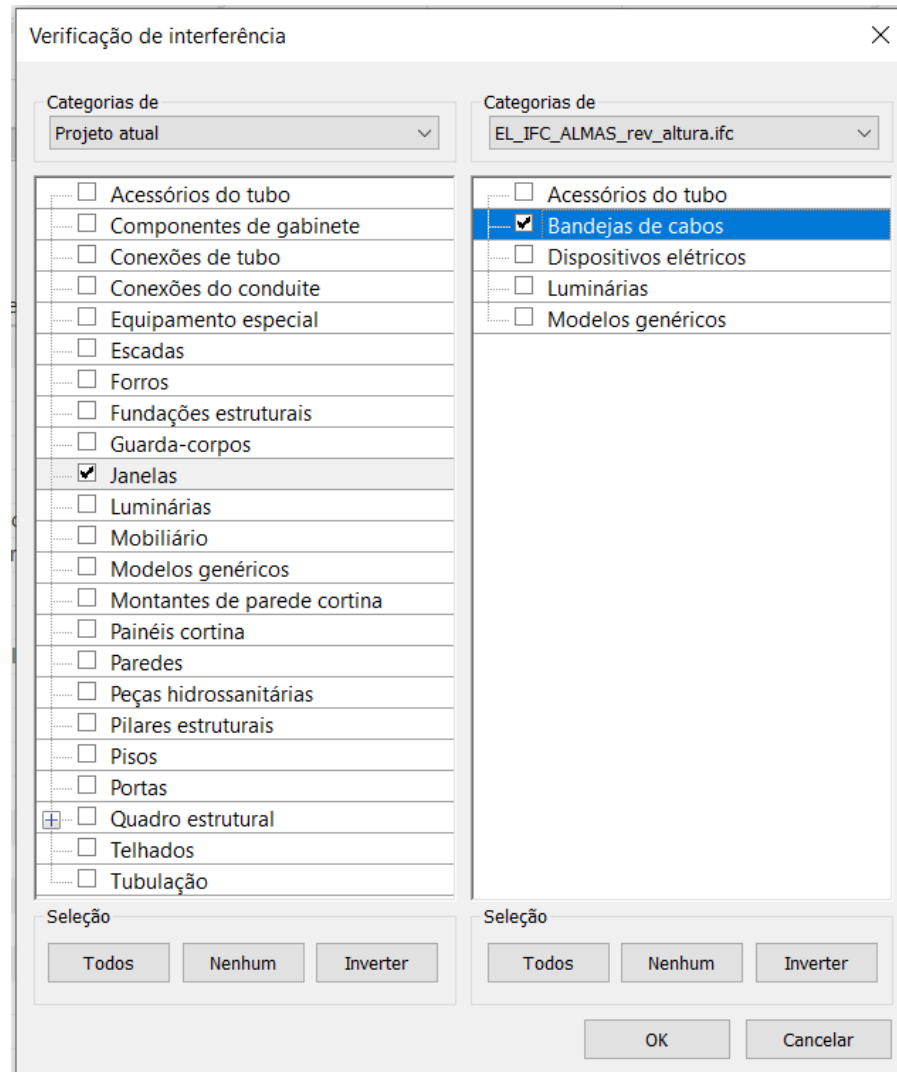
A leitura e integração de todos os arquivos IFC dos projetos hidrossanitário, elétrico e estrutural dentro do projeto arquitetônico no software Revit foi o método utilizado para verificação final de toda compatibilização entre as disciplinas. Alguns possíveis conflitos devem ser avaliados com um nível alto de importância, são eles:

- Passagem de tubulações de água por pilares;
- Conflito entre dispositivos elétricos em pilares e vigas;
- Encaminhamento de eletrodutos em pilares;
- Passagem de tubulações de esgoto por pilares;
- Avaliação de tubulações acima de 50mm em vigas;
- Interferências de elementos hidráulicos e elétricos em esquadrias;
- Análise das alturas dos elementos dos projetos para que não entrem em conflito.

Assim, como aborda o fluxograma apresentado neste presente trabalho, todas essas análises devem ser feitas para total verificação da integridade da estrutura. Caso ocorra algum conflito, faz-se uma avaliação para definir sobre qual projeto deve ser alterado, por conseguinte, feita a alteração deve-se gerar um novo arquivo IFC e proceder novamente com o exame da compatibilização entre os projetos. Essas medidas visam garantir uma integração eficiente entre os sistemas e elementos da construção, de forma a minimizar interferências e otimizar o processo de construção.

A exemplo da análise conflitos entre as disciplinas, ao se realizar a verificação final da interação entre todos os projetos notou-se algumas interferências entre elementos elétricos, arquitetônicos e estruturais. A visualização se deu de diferentes formas em dois programas distintos, sendo feita uma análise sistemática com o uso de ferramenta nativa no *software* Revit e uma verificação visual mais precisa com o *software* Solibri.

Com o uso da ferramenta de verificação de interferências do Revit, selecionou-se elementos dos projetos arquitetônico e elétrico para exame de suas interações (**Figura 59**).

Figura 59 - Verificação de Interferências - Revit

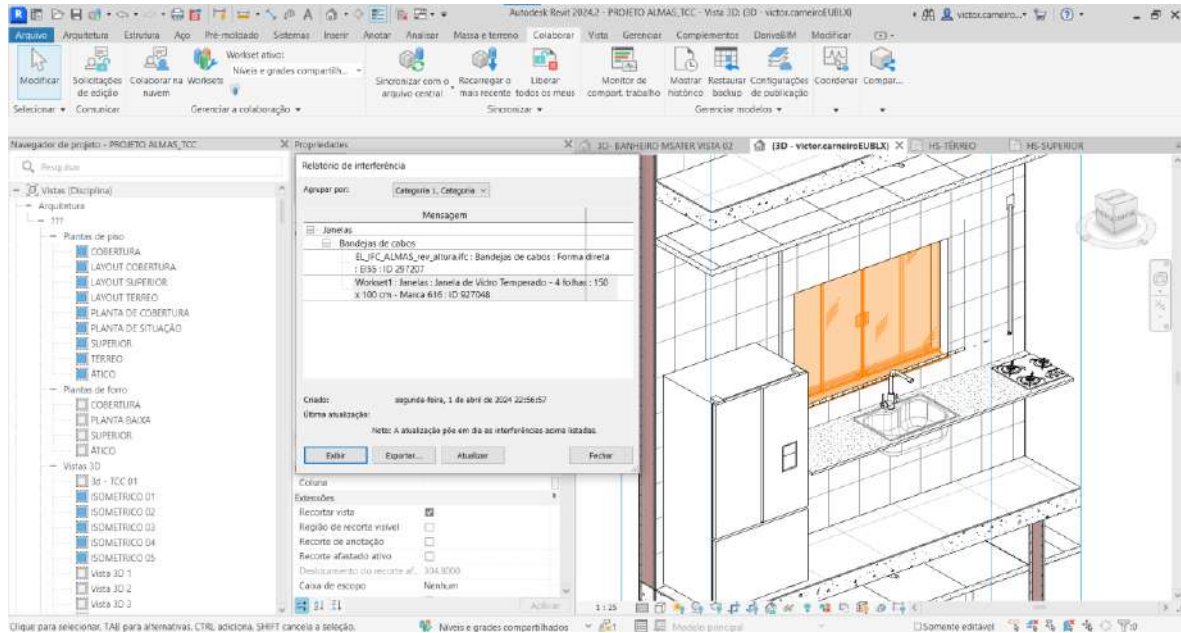
Fonte: Autor (2024).

Constatou-se que há um conflito entre a passagem de um eletroduto e uma janela, pois foram modelados na mesma altura em relação ao piso. Solução adotada deu-se em revisar o projeto elétrico e modificar o traçado do eletroduto em questão. Segue em anexo a imagem que mostra a incompatibilidade no programa Revit e por seguinte a mesma verificação no software Solibri (**Figura 60, Figura 61**).

Diferentemente do modelo de visualização em CAD, ou seja, em 2D, a tridimensionalidade dos projetos proporcionada pelos programas desenvolvidos em BIM

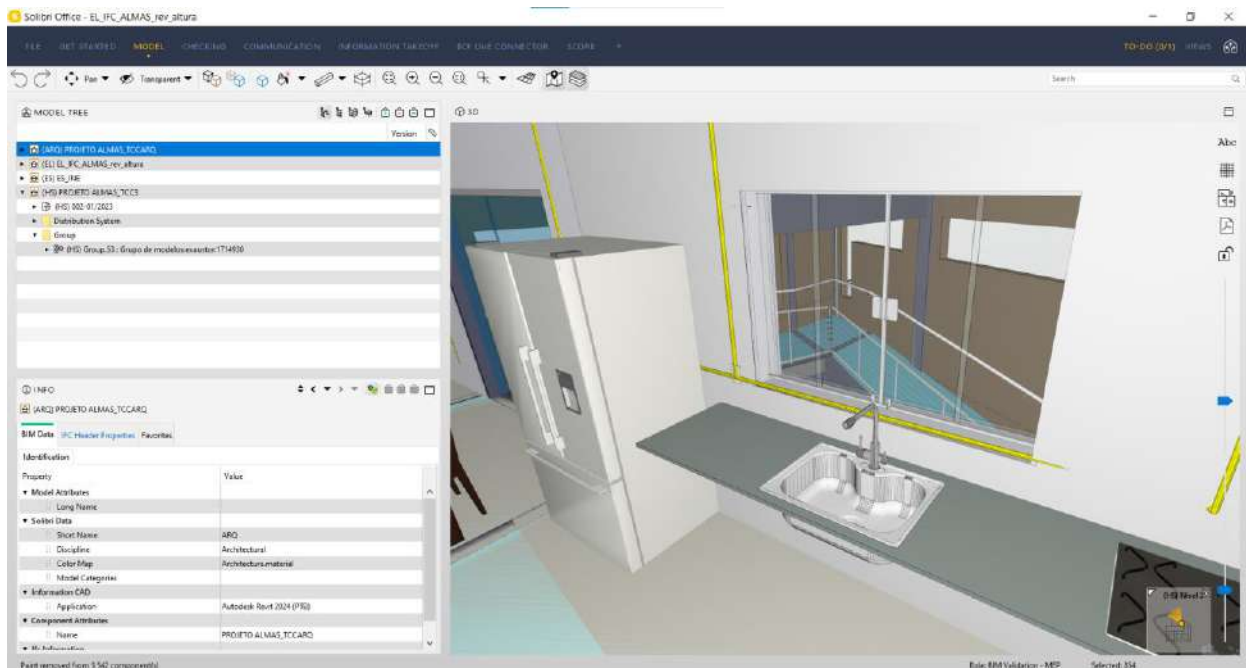
se tornou uma das principais ferramentas de gestão de qualidade na modelagem de projetos, de forma a permitir uma fiel antecipação da execução final.

Figura 60 - Ilustração Interferência - Revit



Fonte: Autor (2024).

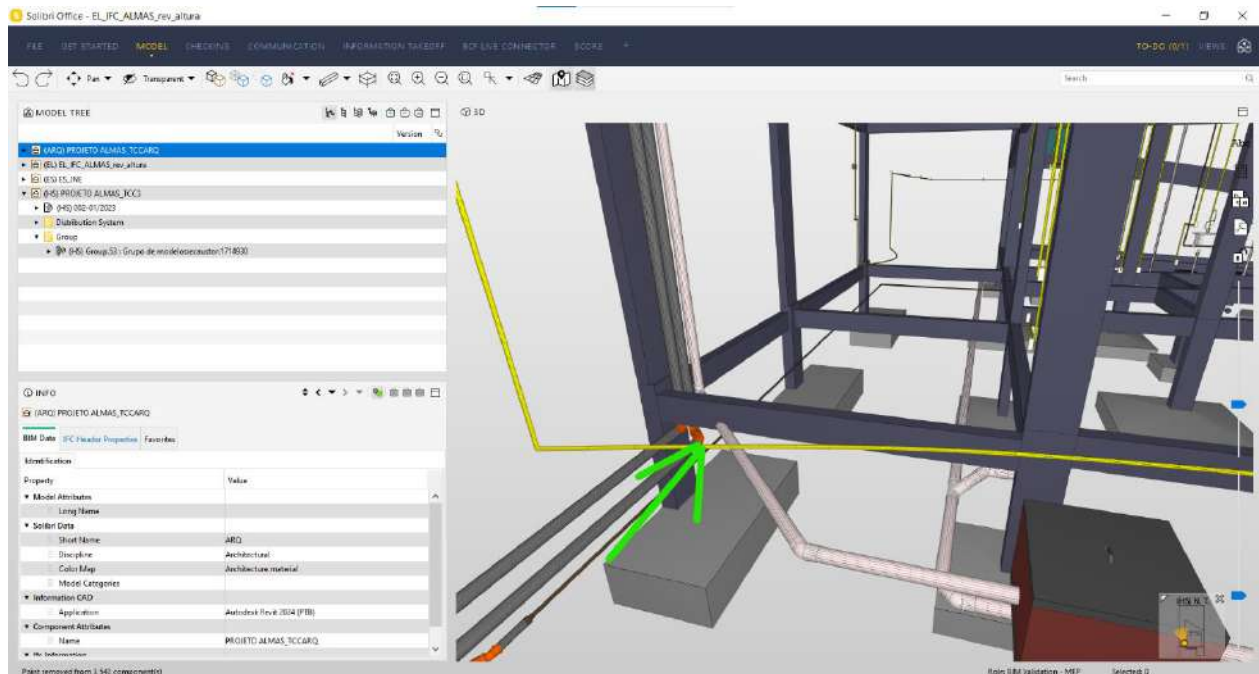
Figura 61 - Visualização Interferência - Solibri



Fonte: Autor (2024).

Outra verificação realizada no software Solibri e confirmada no Revit foi uma interferência entre uma tubulação de 100mm e uma viga baldrame. Como o projeto hidrossanitário foi realizado no segundo programa citado, o ajuste para eliminação do conflito foi realizado com o auxílio das ferramentas BIM (**Figura 62**).

Figura 62 - Análise de Incompatibilidade - Solibri



Fonte: Autor (2024).

O método utilizado para executar a compatibilização dos projetos foi descrito no Manual Prático de Compatibilização, que está no apêndice A. Este documento é um passo a passo sucinto que fornece as informações necessárias para proceder com a análise proposta. Nele está exemplificado o processo para garantir a interoperabilidade entre os sistemas, de modo a efetuar a compatibilização com o uso das ferramentas disponíveis pelo software Revit.

O propósito deste manual é incentivar o uso adequado da ferramenta para garantir uma eficaz compatibilização de projetos em todos os segmentos da engenharia civil. Dessa maneira, pretende-se estabelecer uma padronização de procedimentos com o uso de ferramentas BIM, de forma que possa haver um impulsionamento da eficiência no desenvolvimento de projetos na metodologia BIM.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho abordou o uso da metodologia BIM para integração e compatibilização de projetos de engenharia, de forma a abranger métodos que podem ser replicados nos mais diferentes modelos de empreendimentos.

No decorrer deste trabalho, pôde-se constatar que o emprego eficiente da modelagem BIM, aliado ao manejo preciso do software Revit, representou uma ferramenta valiosa para a compreensão abrangente da edificação em estudo. A colaboração facilitada entre as diversas partes interessadas no desenvolvimento dos projetos foi fundamental para aprimorar a coordenação e integração entre as disciplinas envolvidas. Essa colaboração resultou em uma significativa redução de conflitos e retrabalhos, de maneira a evidenciar o potencial transformador da abordagem BIM na otimização de processos construtivos e na melhoria da qualidade dos projetos de engenharia e arquitetura.

O propósito em criar um Manual Prático de Compatibilização de Projetos se deu em mostrar como funciona a função de coordenador de projetos BIM, de forma a democratizar o acesso a informação de como realizar análises de conflitos em projetos, com o intuito de melhorar o nível de qualidade no desenvolvimento de projetos e incrementar um controle de processos que seja capaz de reduzir perdas físicas e materiais durante a execução de uma edificação.

Assim, de forma a auxiliar a evolução de discussões e pesquisas acerca do BIM, a comparação entre funções de diferentes programas, de modo a visar as características específicas que contribuem para a resolução de erros de projetos é um objetivo que pode ser alcançado no desenvolvimento de trabalhos futuros. Dentro do modelo BIM, existem dezenas de programas das mais diversas funcionalidades que podem atuar em conjunto na elaboração de projetos e soluções construtivas. De acordo com o exposto, conclui-se que a integração e a interoperabilidade entre projetos e softwares podem ser otimizadas para haver um avanço contínuo da colaboração BIM em todo setor da construção civil.

Portanto, como sugestão para trabalhos futuros, é recomendável a elaboração de manuais direcionados para projetos que empregam tecnologias construtivas alternativas, com ênfase nas construções secas, como o *steel frame* ou *wood frame*. Estes manuais devem fornecer diretrizes específicas, procedimentos e boas práticas para a concepção e execução desses tipos de projetos, de modo a otimizar o processo construtivo e garantir a qualidade final das edificações.

Além disso, seria valioso dar continuidade ao desenvolvimento do manual de compatibilização iniciado neste trabalho. Ampliar e aprimorar este manual, incorporando novas técnicas e metodologias, de forma a permitir uma melhor gestão dos projetos, reduzindo conflitos e assim aprimorar a eficiência na integração entre as diversas disciplinas envolvidas.

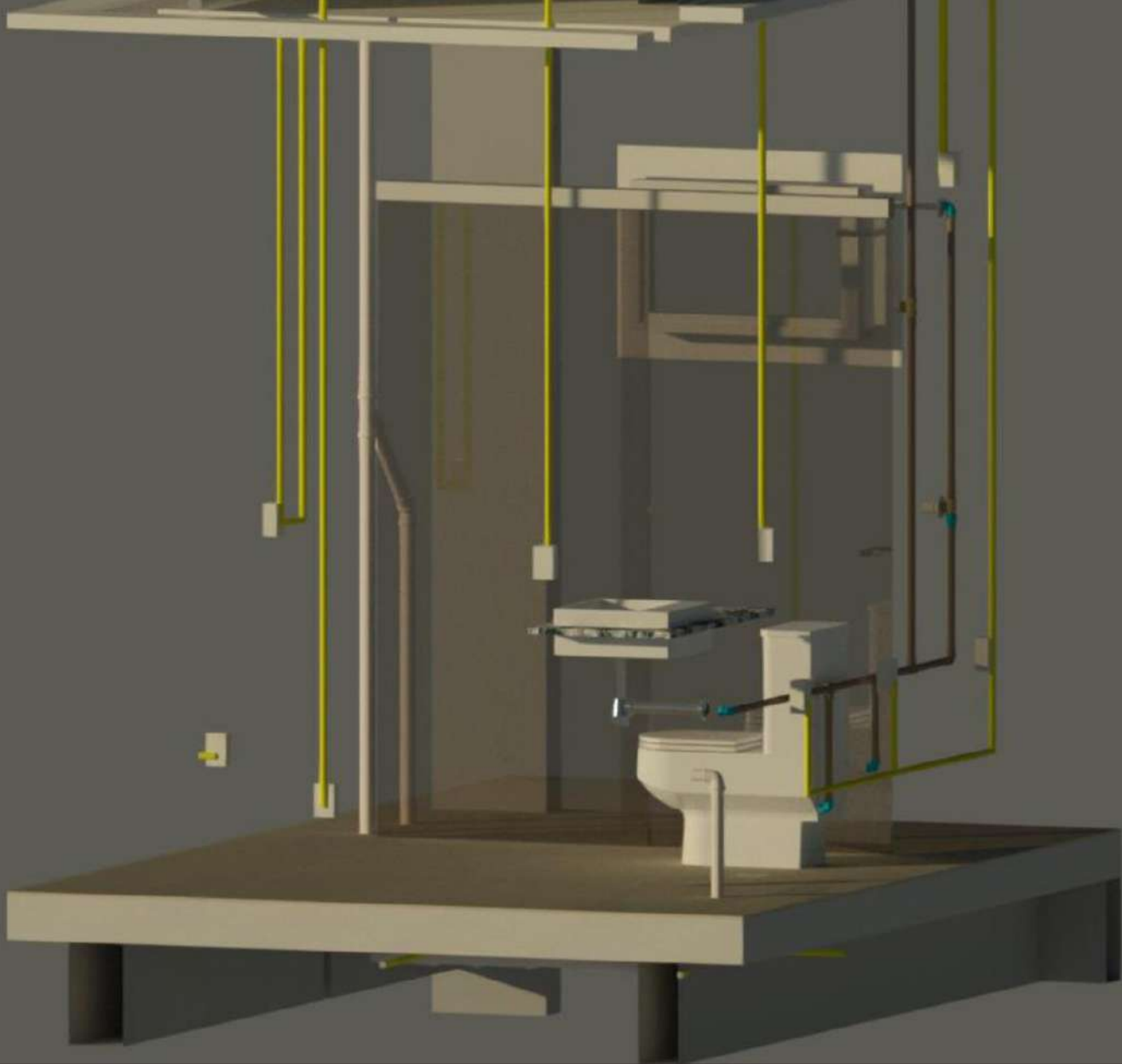
Dessa forma, investir em iniciativas que promovam a disseminação de conhecimento e a padronização de práticas relacionadas a tecnologias construtivas inovadoras e à compatibilização de projetos contribuirá significativamente para o avanço e aperfeiçoamento da indústria da construção civil, resultando em construções mais sustentáveis, eficientes e seguras.

6. REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 5410:2004. (2004). Instalações elétricas de baixa tensão. *Associação Brasileira de Normas Técnicas*, p. 209.
- ABNT NBR 5413:1992. (1992). Iluminância de Interiores. *Associação Brasileira de Normas Técnicas*, p. 13.
- ABNT NBR 5626:2020. (2020). Sistemas Prediais de Água fria e Água quente - Projeto, execução, operação e manutenção. *Associação Brasileira de normas Técnicas*, p. 56.
- ABNT NBR 6118:2014. (2014). PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO. *ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS*(3ª Edição), 238.
- ABNT NBR 7229:1993. (1993). Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. *Associação Brasileira de Normas Técnicas*, p. 15.
- ABNT NBR 8160:1999. (1999). Sistemas prediais de Esgoto Sanitário - Projeto e Execução. *Associação Brasileira de Normas Técnicas*, p. 74.
- Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. (2017). *Processo de Projeto BIM - Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC - Guia 01*. Brasília: ABDI.
- Andrade, M. L., & Ruschel, R. C. (2009). Interoperabilidade de Aplicativos BIM Usados em Arquitetura Por Meio do Formato IFC. 36.
- ARAÚJO, G. N. (2019). ANÁLISE DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UM EDIFÍCIO. p. 127.
- Bazjanac, V., & Crawley, D. B. (1997). The Implementation Of Industry Foundation Classes in Simulation Tools For The Building Industry. 8.
- Castro, E. M. (1999). Patologia dos Edifícios em Estrutura Metálica. *Universidade Federal de Ouro Preto - Escola de Minas - Departamento de Engenharia Civil Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil*, 204.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). *BIM Handbook: A Guide to Building Information*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.,.
- Egan, S. J. (1998). *Rethinking Construction*. London: Crown Copyright.
- Fabricio, M. M. (2002). Projeto simultâneo na construção de edifícios. *Tese (Doutorado)*.

- FERREIRA, F. D. (2017). POTENCIAL DA UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS ABERTAS PARA O BIM: CASOS PRÁTICOS. 50. Brasília: UNICEUB.
- Galassi, C. P. (2011). O Gerenciamento Da Comunicação na Visão de um Coordenador de Projetos. *Fundação Getúlio Vargas - MBA em Gerenciamento de Projetos*, 50.
- Gil, A. C. (2002). *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Gonçalves, J. V. (2019). Comparação do Processo de Interoperabilidade BIM dos Softwares Eberick, TQS e Cypecad Através do Formato IFC. Campo Mourão.
- Jacoski, C. A., & Lamberts, R. (2002). A Interoperabilidade como fator de integração de projetos na construção civil. 6.
- JÚNIOR, L. M. (2019). UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM ALIADA AOS CONCEITOS DO PMBOK®. p. 105.
- LIMA, V. C. (2023). MANUAL DEPROCEDIMENTOSPARAAELABORAÇÃODEPROJETOS. p. 119.
- Mello, R. B. (2012). BIM e custos: Maximize os dados do modelo Navisworks e o Quantity Takeoff. *Autodesk University Brasil*, 60.
- Melo, R. G. (2014). BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) COMO FERRAMENTA NA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL. 96.
- Mikaldo, J. J. (2006). Estudo Comparativo do Processo de Compatibilização de Projetos em 2D e 3D com uso de TI. 150.
- Milhomem, G. V. (2020). O BIM 4D em um projeto residencial. p. 113.
- Picchi, F. A. (1993). Sistema da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios. *Tese (Doutorado) - Escola Politécnica*, 462.
- REIS, L. G. (2022). COMPARATIVO ENTRE ORÇAMENTAÇÃO BIM E CONVENCIONAL: ESTUDO. p. 147.
- SANTO, S. J. (2020). DO CAD AO BIM – PROCESSO DE PROJETO DE UMA EDIFICAÇÃO DE. p. 115.
- Santos, P. D. (2012). BIM – Building Information Modeling: um salto para a modernidade na aplicação da Tecnologia da INformação à Construção Civil. *Escola Politécnica da Universidade de São Paulo*, 32.

APÊNDICE A1 – MANUAL PRÁTICO DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS



Manual Prático Compatibilização de Projetos

Março - 2024

Victor Andrade Luz Carneiro

Revit

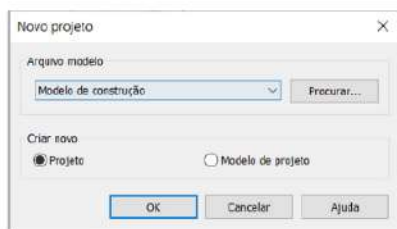
Introdução

INICIALIZAÇÃO



Abrindo seu projeto

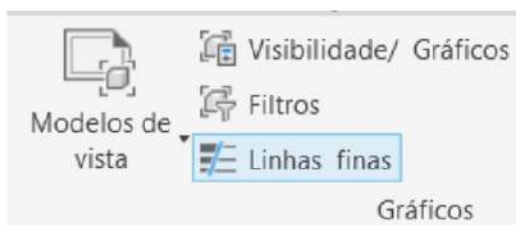
Na página inicial de abertura do programa, temos essas duas opções dentro da categoria “Modelos”. A opção “Abrir” refere-se a abertura de um arquivo de projeto já em execução. A opção “Novo” refere-se a iniciar um novo projeto, usando um template padrão do programa ou um template específico.



Novo projeto

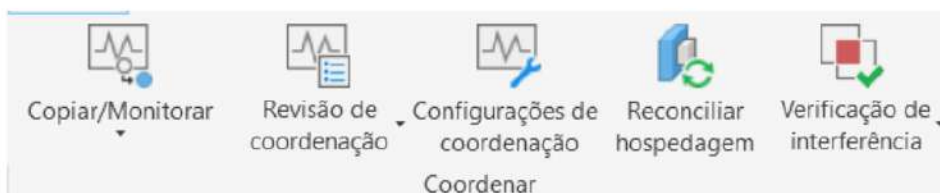
A criação de um novo projeto pode ser usada para a realização da compatibilização, solução abordada mais adiante. Para se criar configurações de projeto que possam ser usadas como base para modelagem no Revit, usa-se criar novo modelo de projeto, chamado de *template*.

ELEMENTOS IMPORTANTES PARA A COMPATIBILIZAÇÃO



Configurações de exibição

Ferramentas presentes na categoria “Vista”, os modelos de vista são as configurações de exibição de elementos gráficos que podem ser aplicadas em diferentes vistas dentro do projeto. Cada planta baixa ou corte pode ter uma configuração de exibição diferente, de modo a evidenciar elementos específicos de acordo com o objetivo do projetista.



Coordenação de Projetos

Ferramentas de análise e verificação de interferências entre projetos por meio do uso do IFC

A configuração inicial do programa pode ser feita de duas maneiras:

- Abrir um projeto arquitetônico realizado no Revit.
- Iniciar um projeto novo e inserir os arquivos IFC incluindo o do projeto arquitetônico.

Quais são as implicações de cada situação?

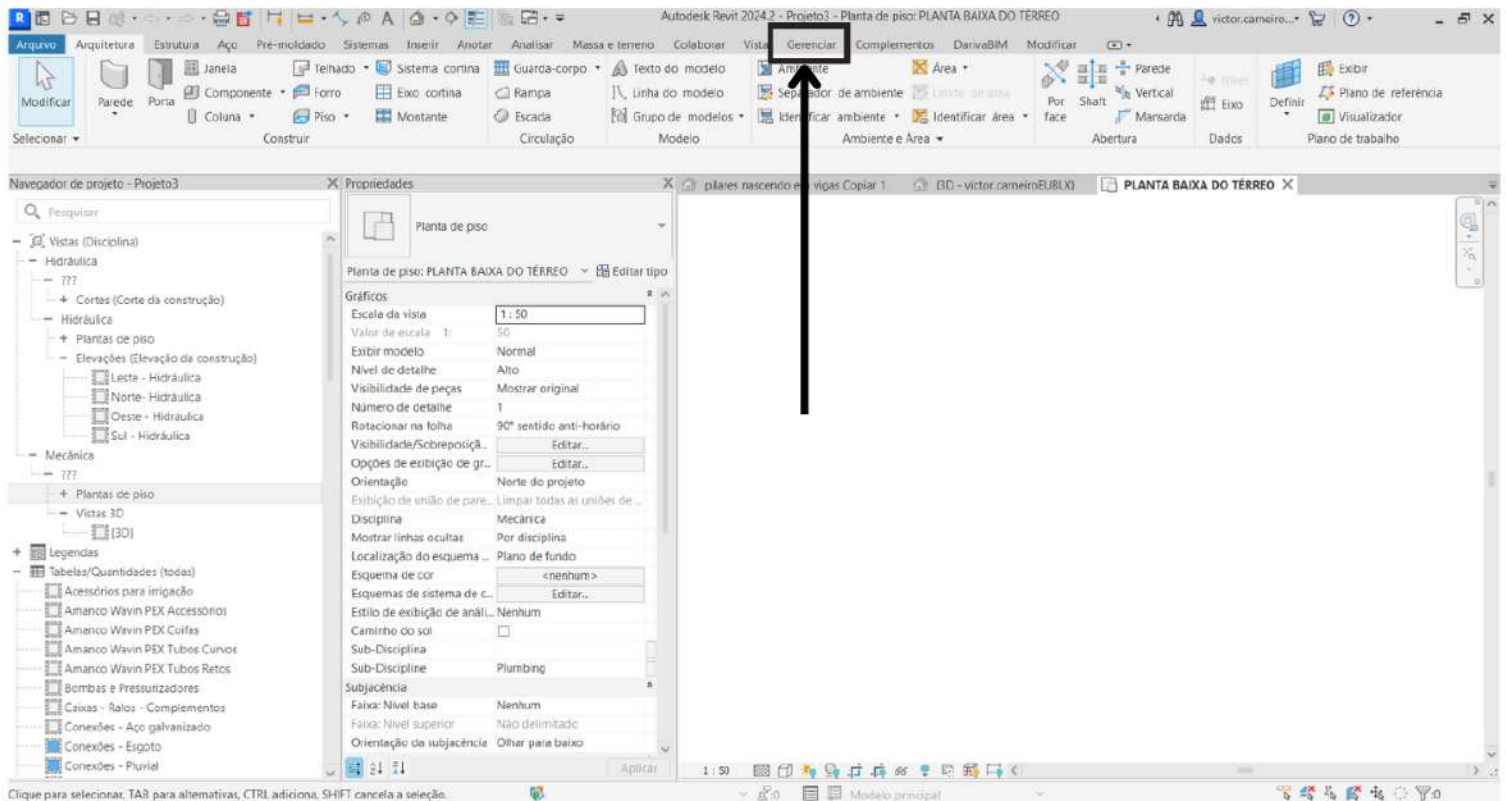
Projeto Arquitetônico no Revit:

Ao se abrir um projeto já desenvolvido no software Revit, todo o programa já estará configurado, o template estará de acordo com a modelagem, assim o trabalho inicial de configuração pode ser eliminado.

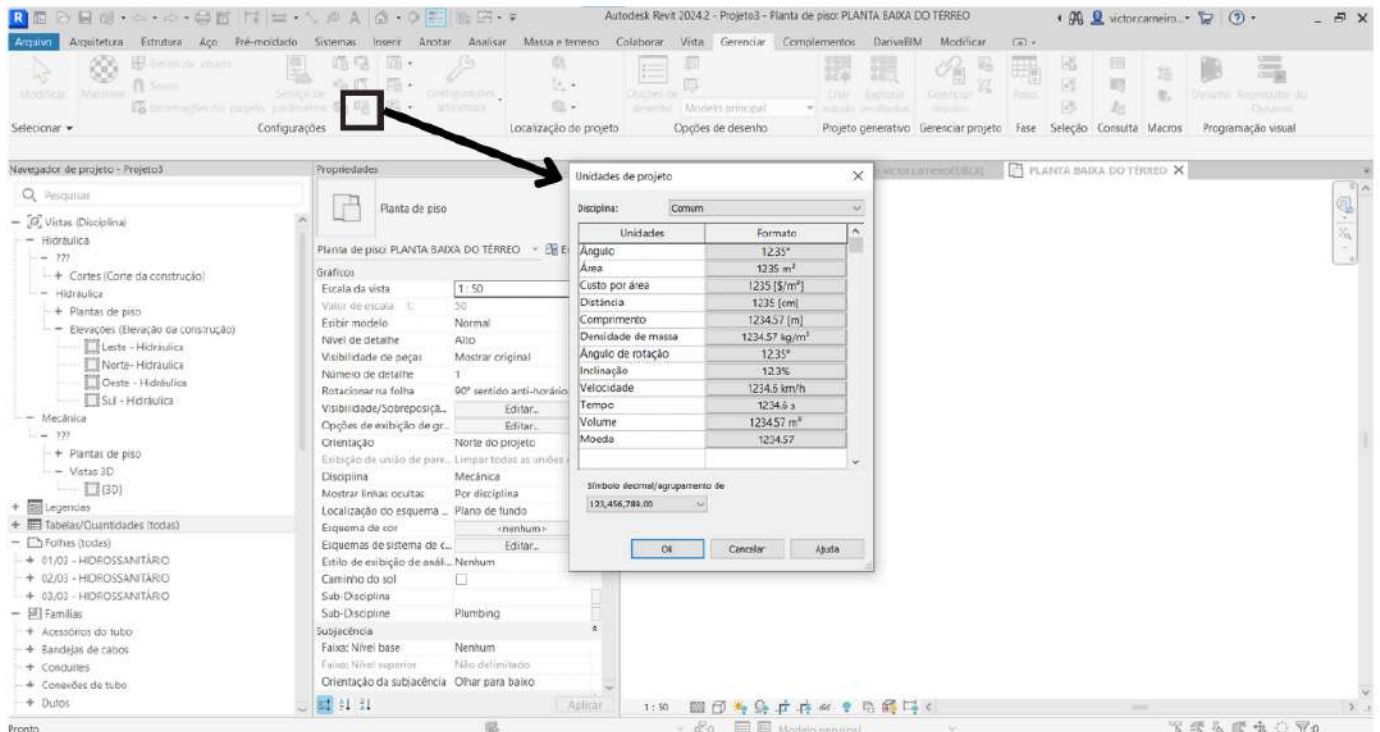
Projeto Novo:

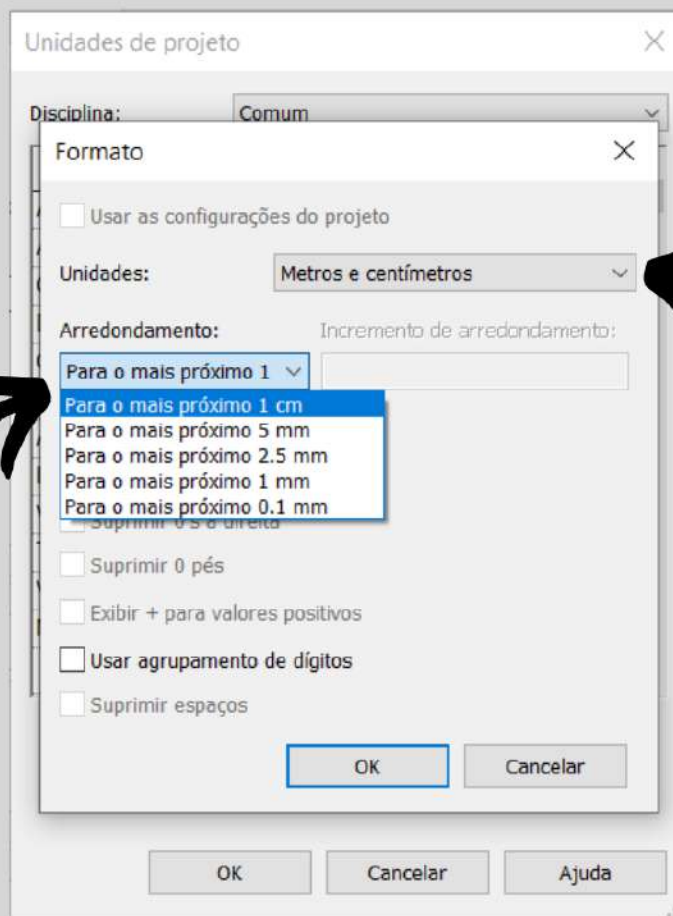
A realização de uma compatibilização utilizando um novo projeto é contemplada pelo desafio inicial de proceder com as configurações iniciais de um template, como por exemplo, definir o formato de medidas e a criação de modelos de vista.

Situação - Projeto Novo



Gerenciar - Ao se iniciar um novo projeto, mesmo com o uso de um template pré-configurado, deve - se ir na categoria gerenciar do Revit, para realizar com a verificação das unidades de medida do programa.



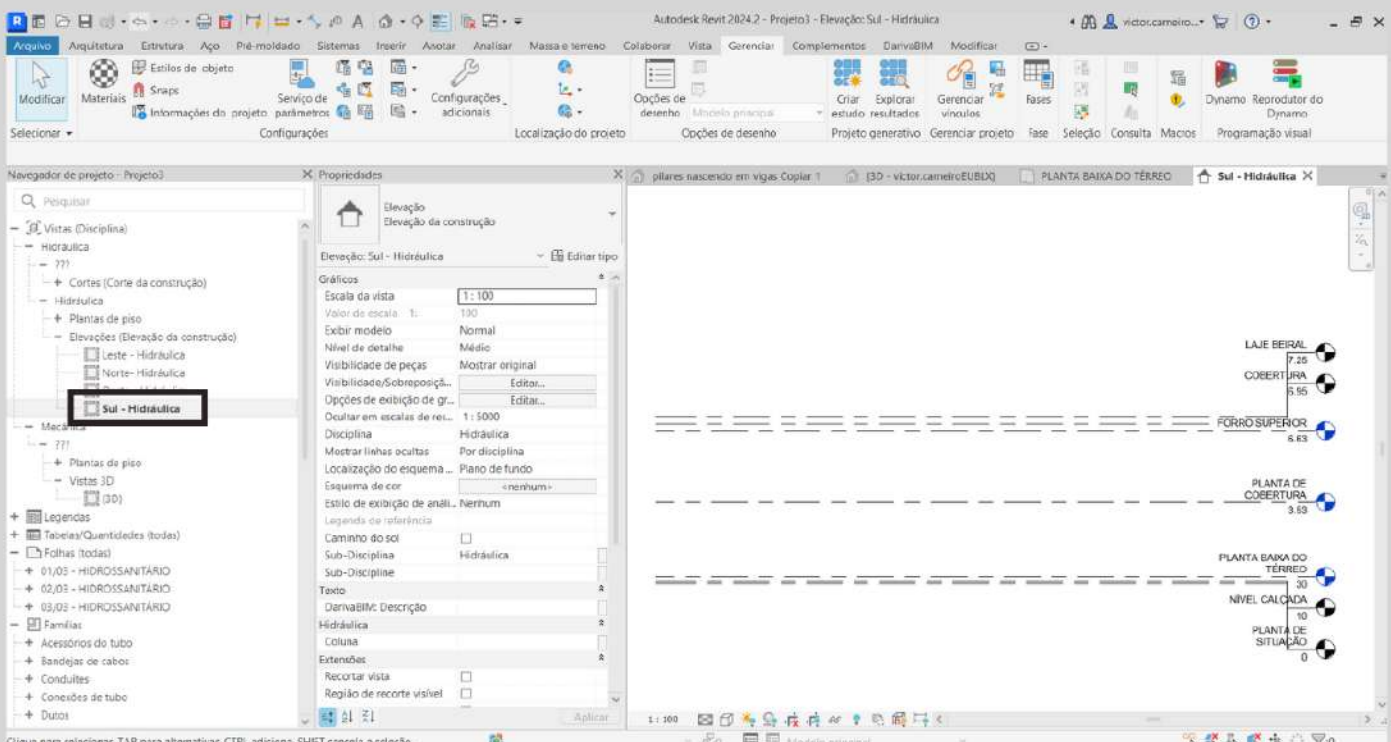


Configuração do Arredondamento, ou seja, da precisão

Alteração a unidade de medida

Elevação Sul

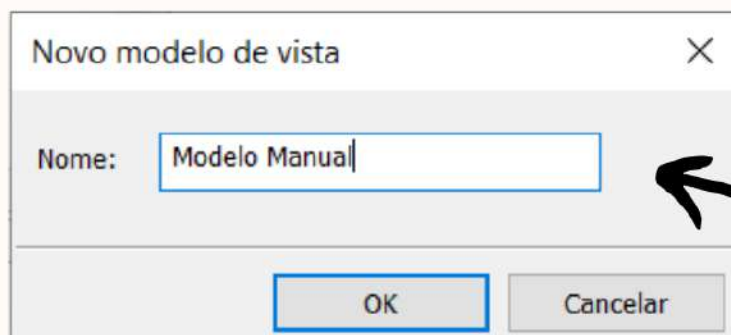
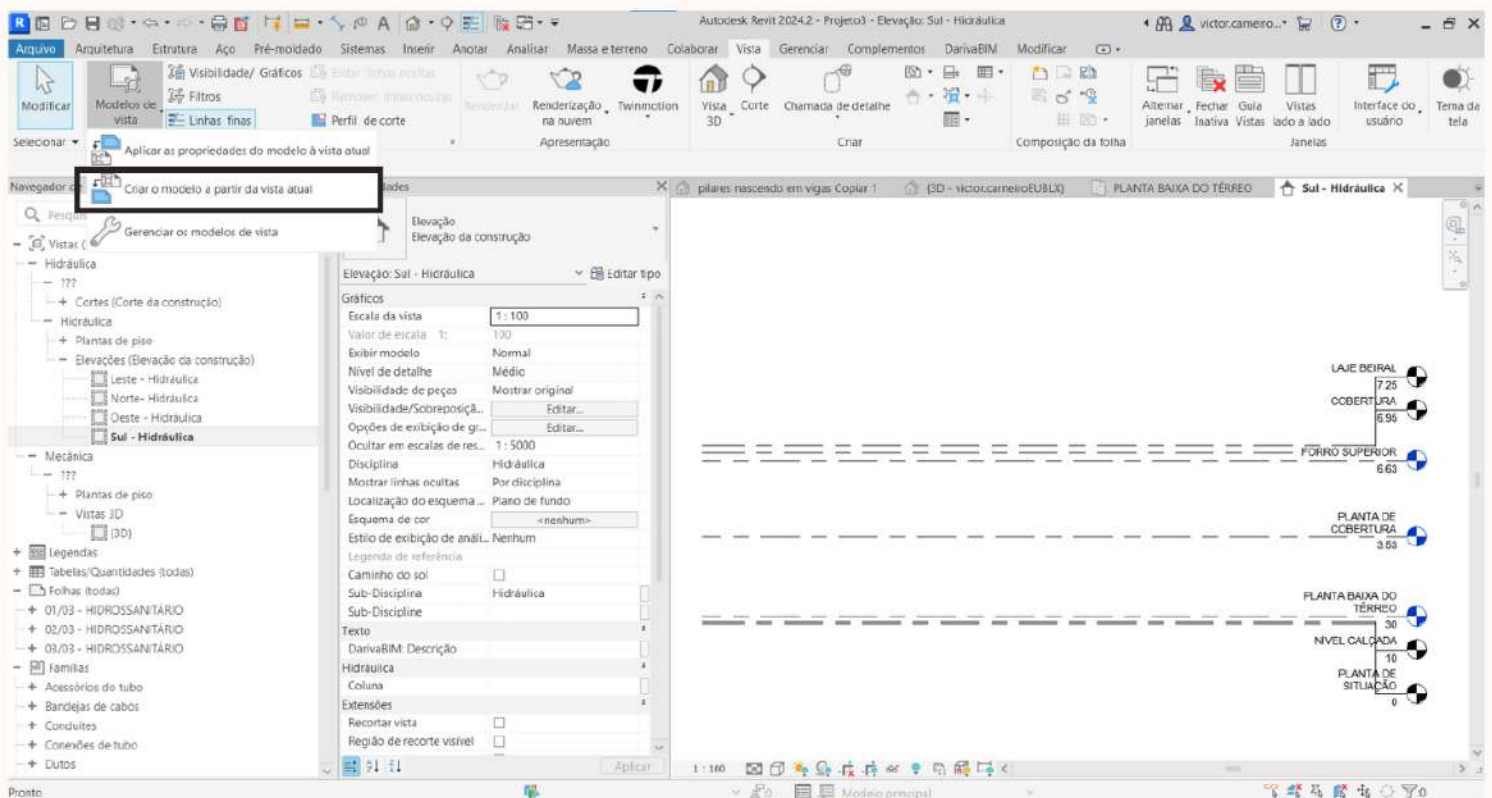
A configuração dos níveis dos pavimentos do projeto é um item prioritário para se iniciar um processo de compatibilização



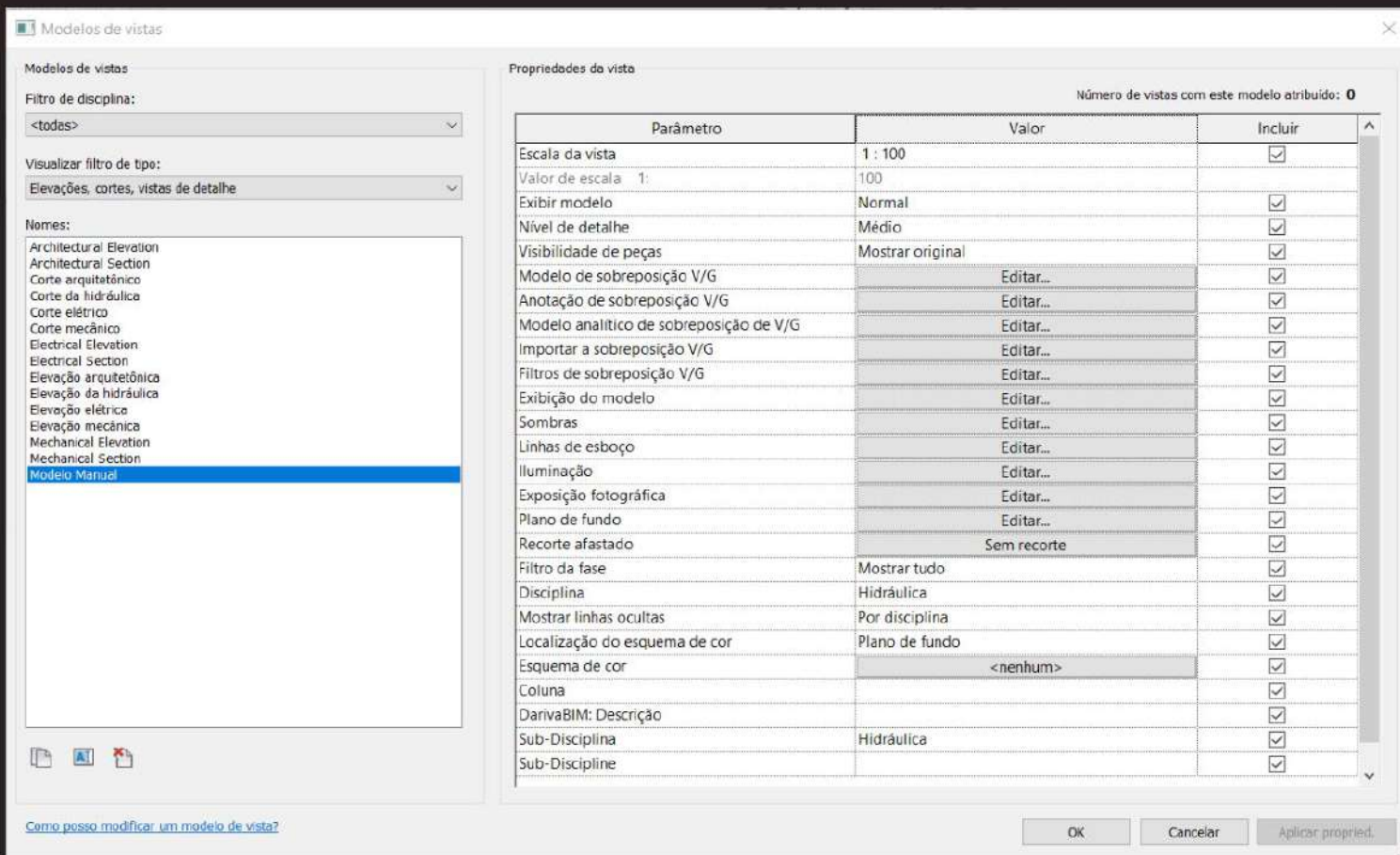
Clique para selecionar, TAB para alternativas, CTRL adiciona, SHIFT cancela a seleção.

Alteradas as unidades de medidas e configuradas os níveis dos pavimentos, agora é momento de se criar ou modificar um Modelo de Vista

Modelos de vista - Configurações específicas para serem aplicadas em diferentes vistas do projeto. São capazes de evidenciar elementos específicos de forma muito precisa. Pode-se configurar do modo que deseja detalhar determinado desenho, sendo inúmeras as possibilidades, tudo depende da sua criatividade.



Nomeie de acordo com o que deseja destacar.
Ex: Modelo Arquitetônico



Modelo de sobreposição V/G

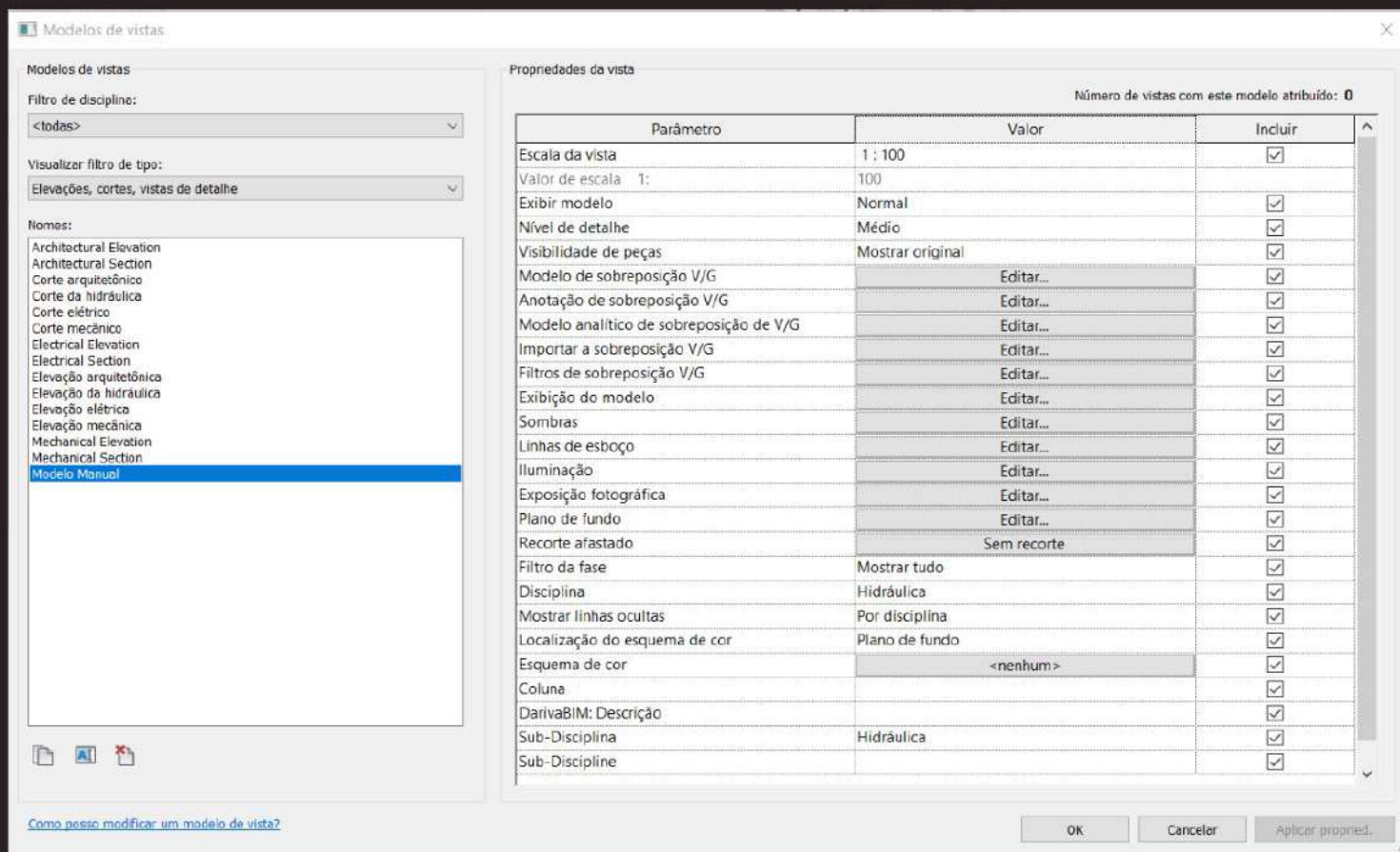
Nesse parâmetro todas as categorias que podem estar presentes no projeto, como mobiliários, peças hidrossanitárias, pilares estruturais. Há a possibilidade de ocultar esses itens no modelo de vista ou evidenciá-los, modificando suas características de exibição

Anotação de sobreposição V/G

Diferentemente do modelo de sobreposição, ao invés de modificar as configurações de exibição dos elementos do projeto, nesse parâmetro você poderá modificar os símbolos de anotação, como cotas, níveis, anotações de texto.

Filtros de sobreposição V/G

Esse parâmetro é destinado a criação e edição de filtros que modificam as características de categorias de elementos. Nele é possível criar um filtro que deixe todas as tubulações de esgoto primário na cor marrom, por exemplo.



Exibição do Modelo

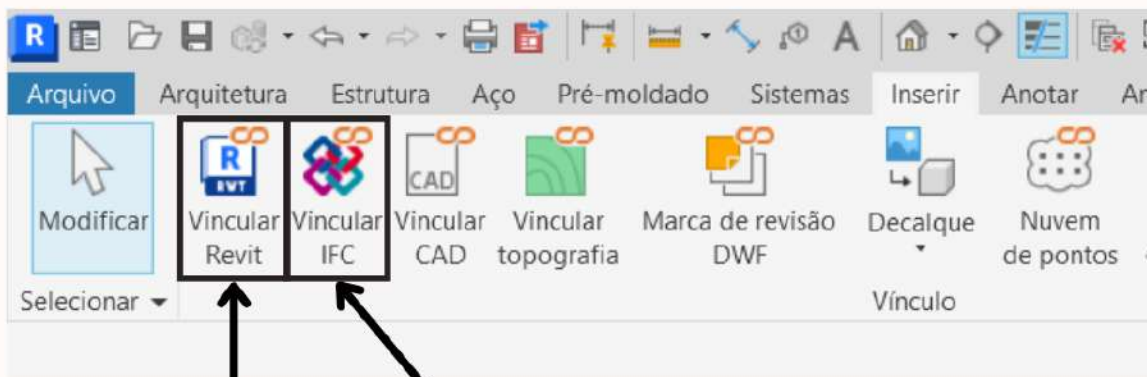
Permite a configuração do modo de exibição do projeto na tela do computador, podendo ser em modos de linhas como no CAD ou em qualidade realista, evidenciando a característica dos materiais.

Filtro da fase

Refere-se a opção de criação de fases de projeto, podendo separar cada parte de uma modelagem em diferentes fases, com a opção de exibir somente uma etapa do desenvolvimento dos projetos.

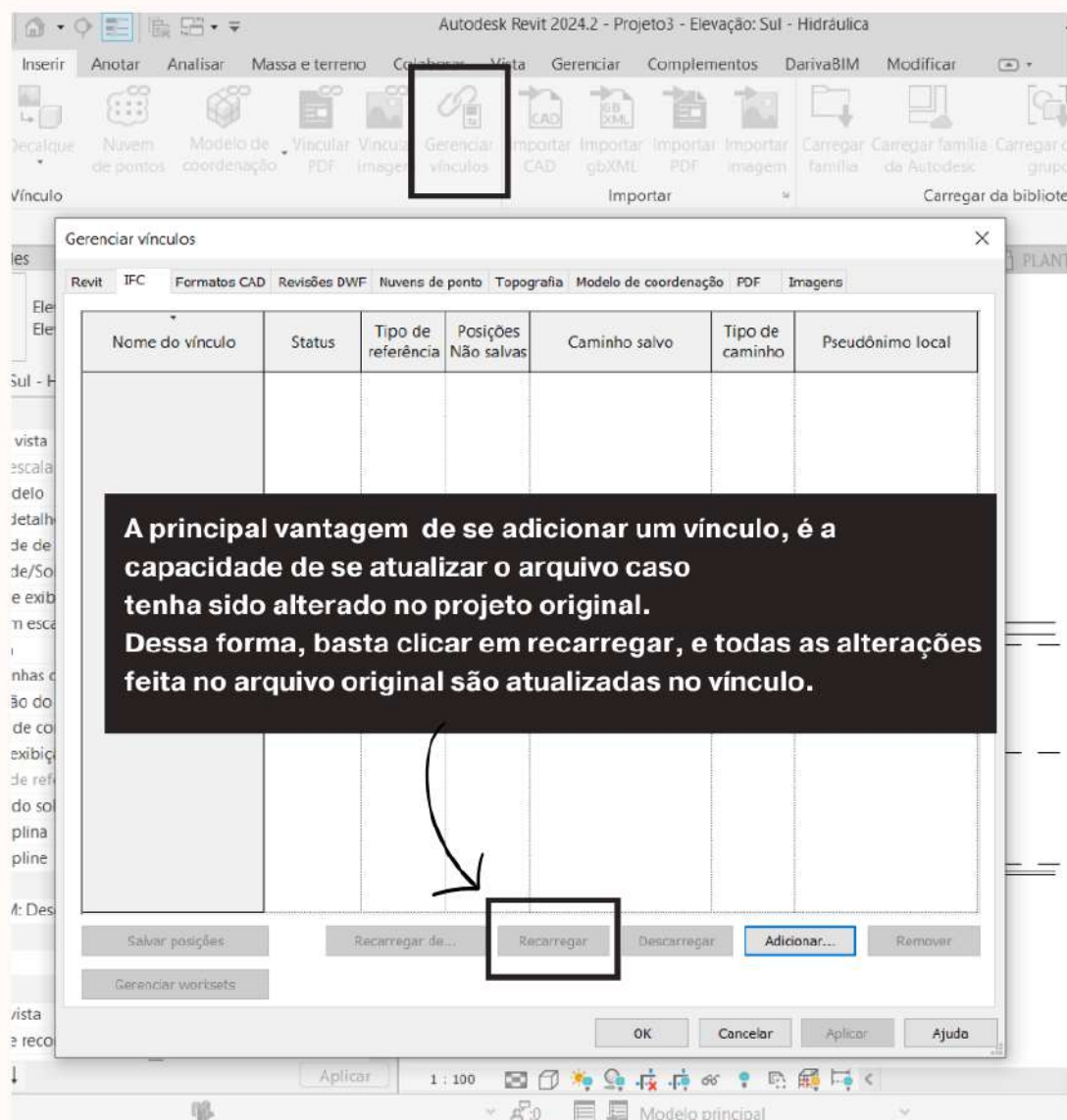
Disciplina

Evidencia na vista somente os elementos gráficos pertencentes a uma disciplina específica. Podendo ser categorizadas em Arquitetônico, Estrutural, Elétrico, Hidráulica, Mecânica, HVAC, Coordenação.



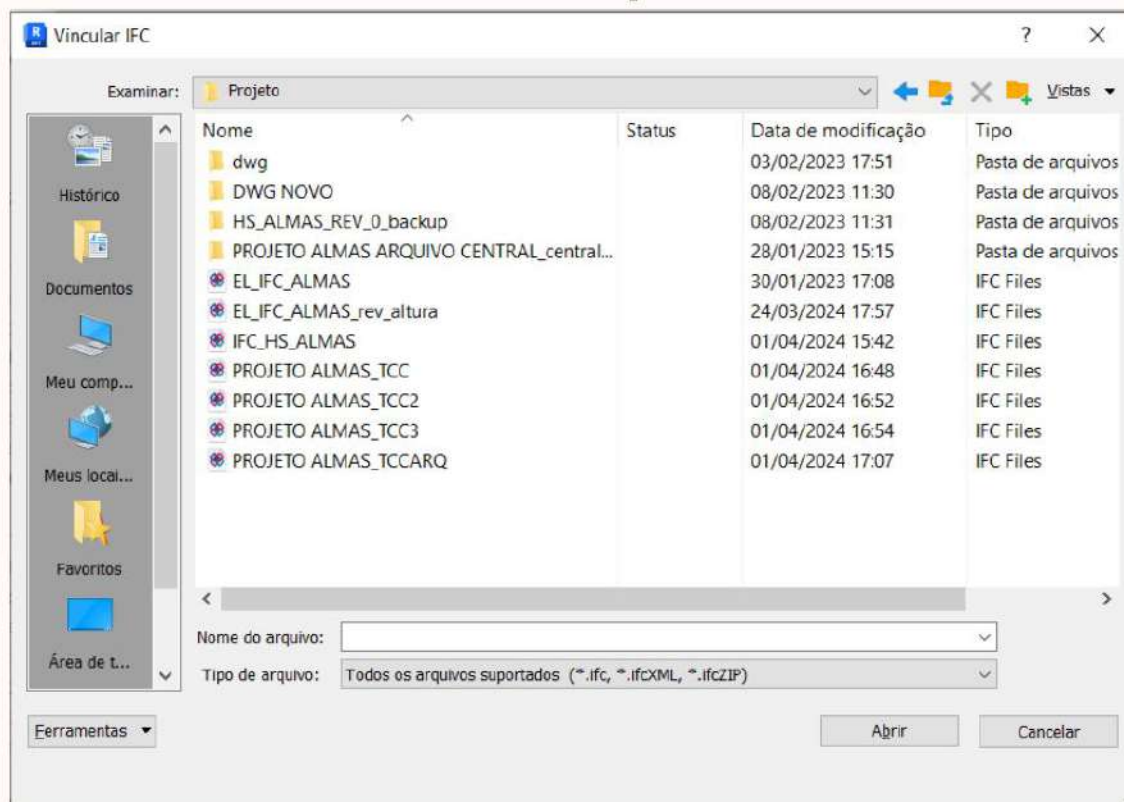
Caso possua o formato de arquivo IFC

Caso o projeto tenha sido desenvolvido em Revit

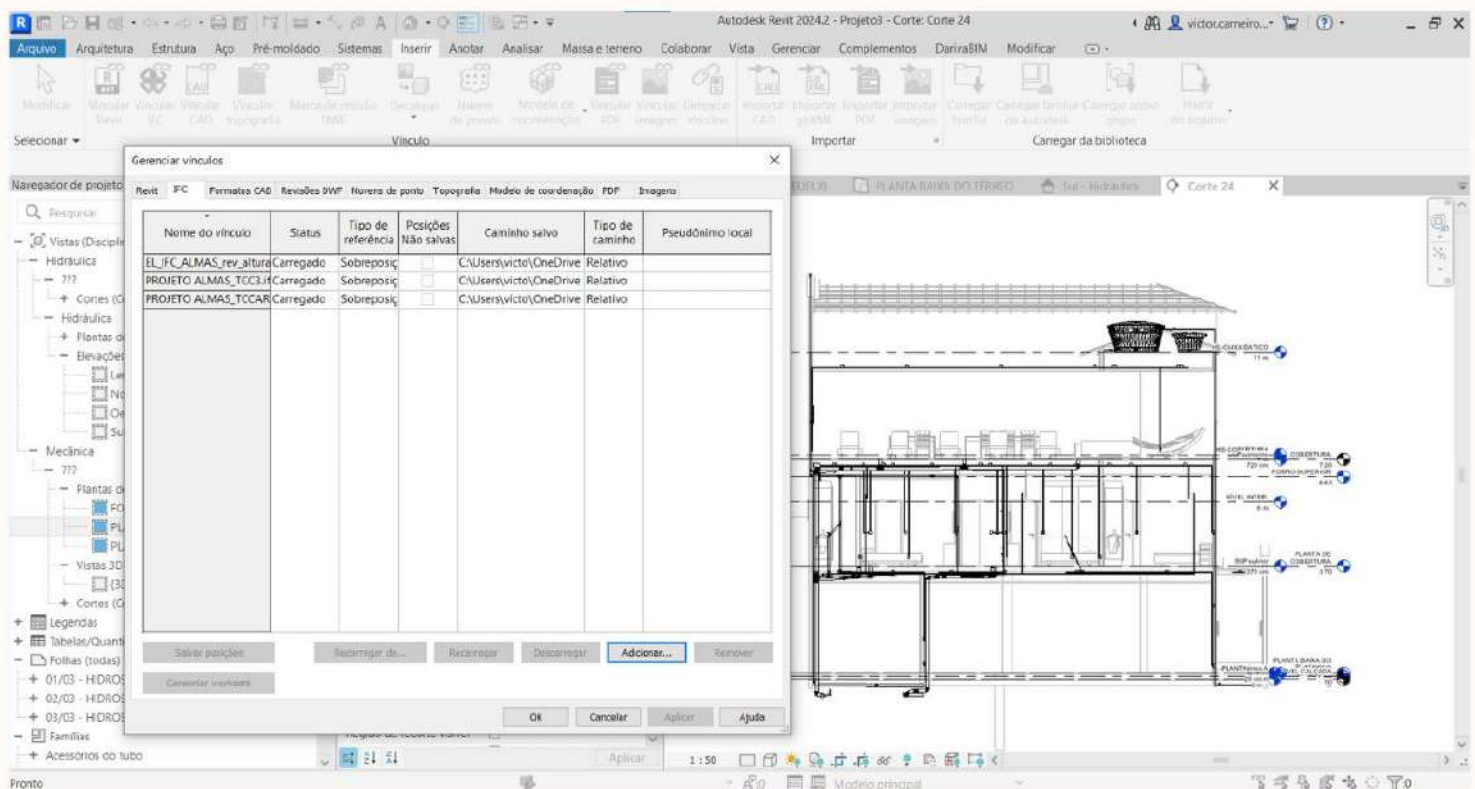


O gerenciador de vínculos é a principal ferramenta de organização de arquivos inseridos em um projeto no software Revit.

Inserindo arquivos IFC



O processo de inserir arquivos IFC compreende as duas modalidades apresentadas no início deste manual, tanto para um arquivo novo tanto para a compatibilização utilizando um projeto desenvolvivo no Revit.

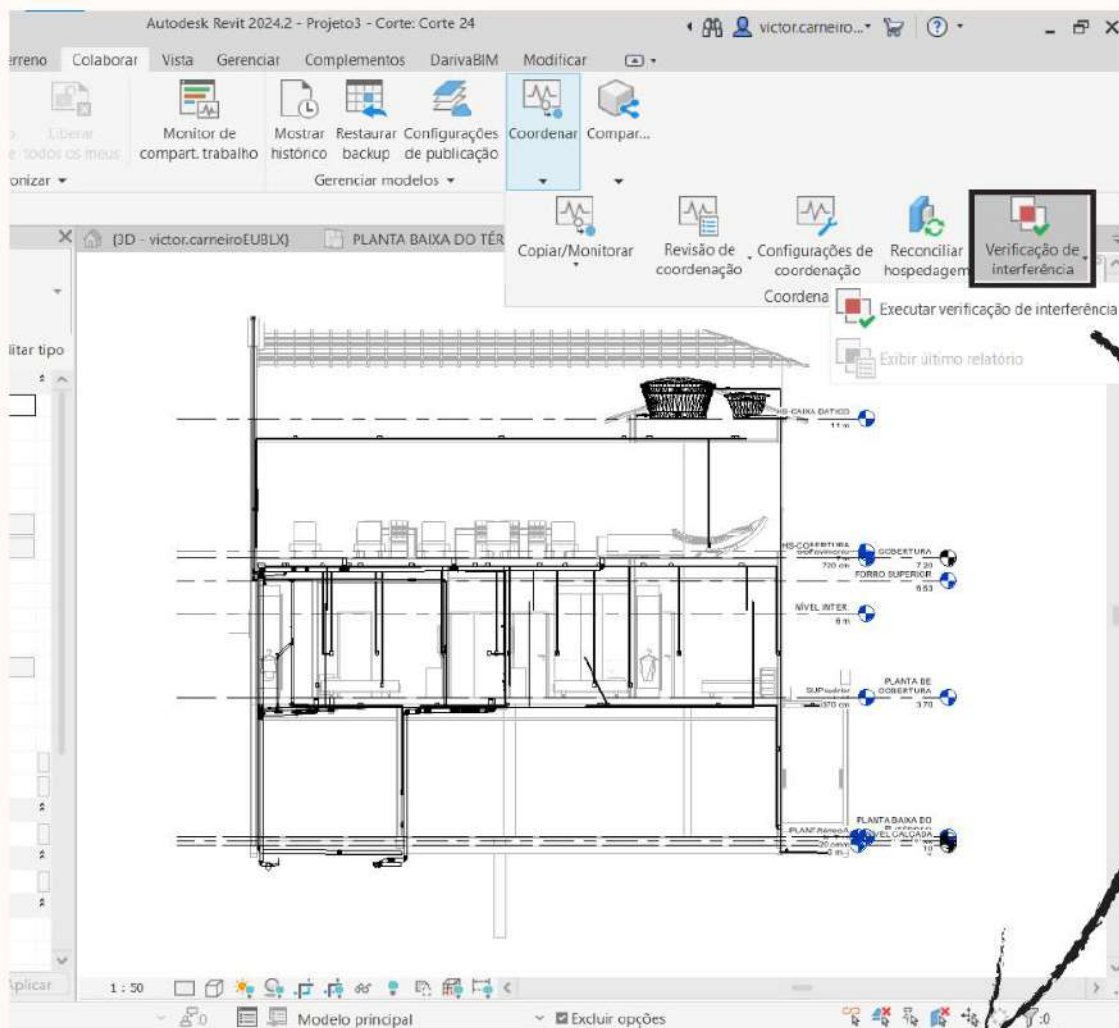


Compatibilização

A compatibilização entre os projetos se dá pela visualmente ou pela ferramenta de verificação de interferências.

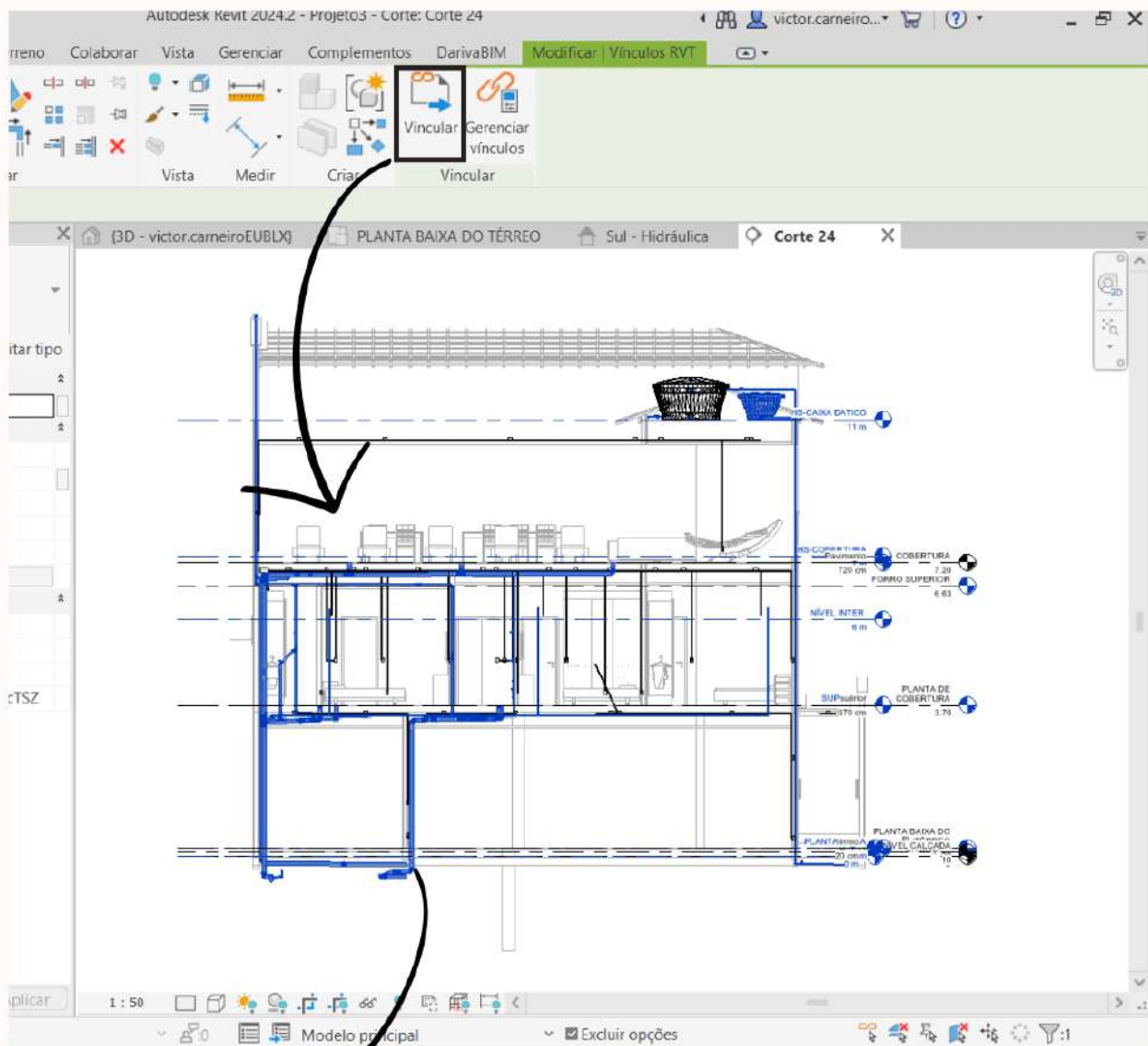
Para se realizar a verificação visual, a junção dos arquivos IFC é suficiente para tal função.

A ferramenta de verificação de interferências necessita a total vinculação de pelo menos uma disciplina no projeto.



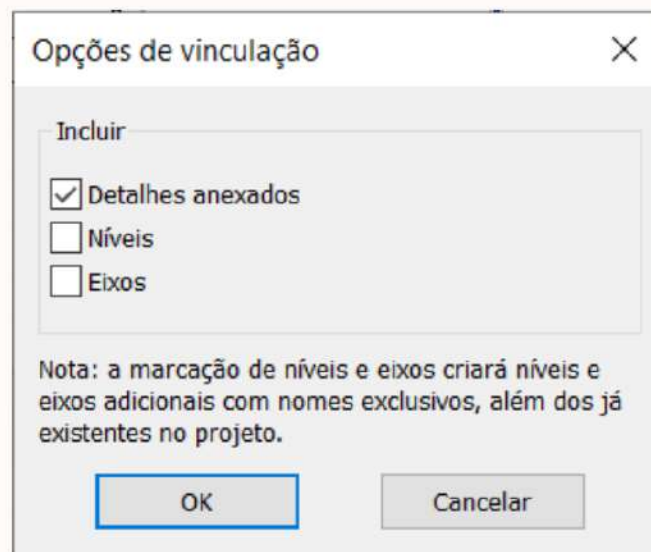
Caso não haja vinculação final dos projetos, o programa acusará que não há interferências.
Este aviso, no entanto, deve ser considerado suspeito.

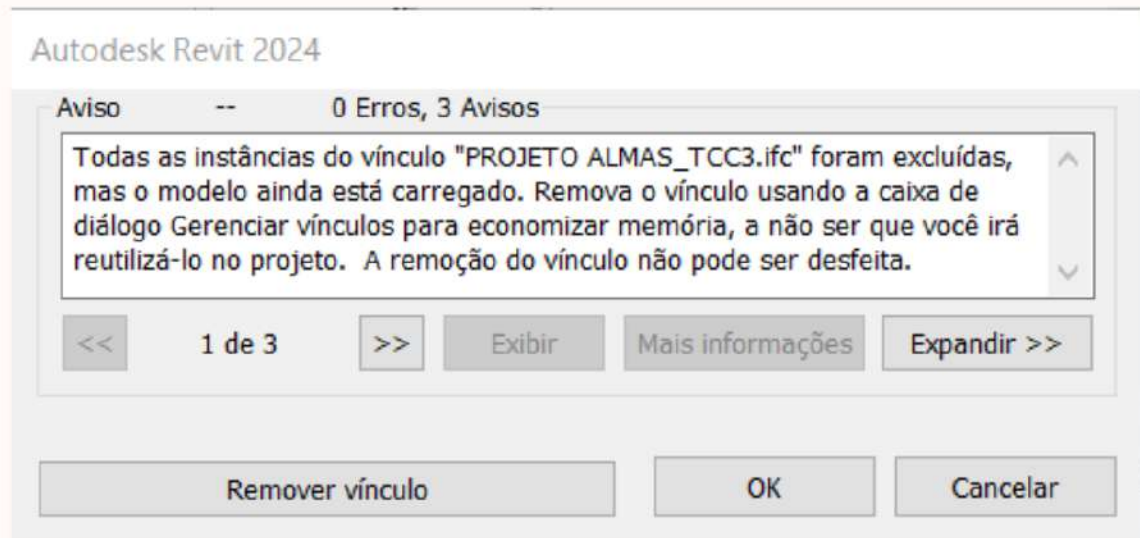




Para se vincular o projeto desejado, basta selecionar o arquivo e selecionar a opção vincular destacada

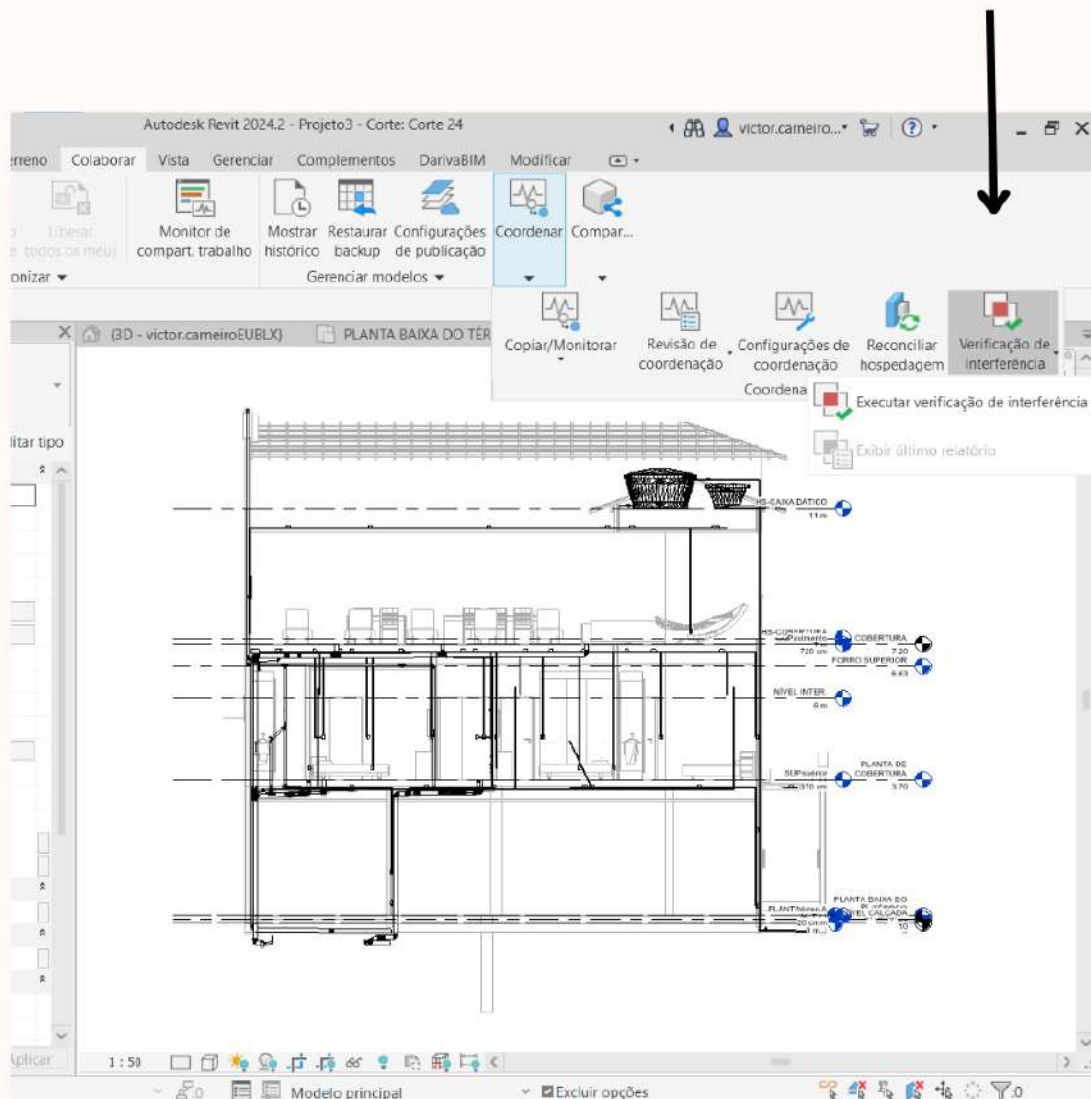
Selecione o que deseja incrementar ao projeto





Após vincular pode-se decidir em manter o vínculo original com a possibilidade de receber alterações feitas no projeto original ou excluí-lo.

Repete-se o processo de verificação de interferência

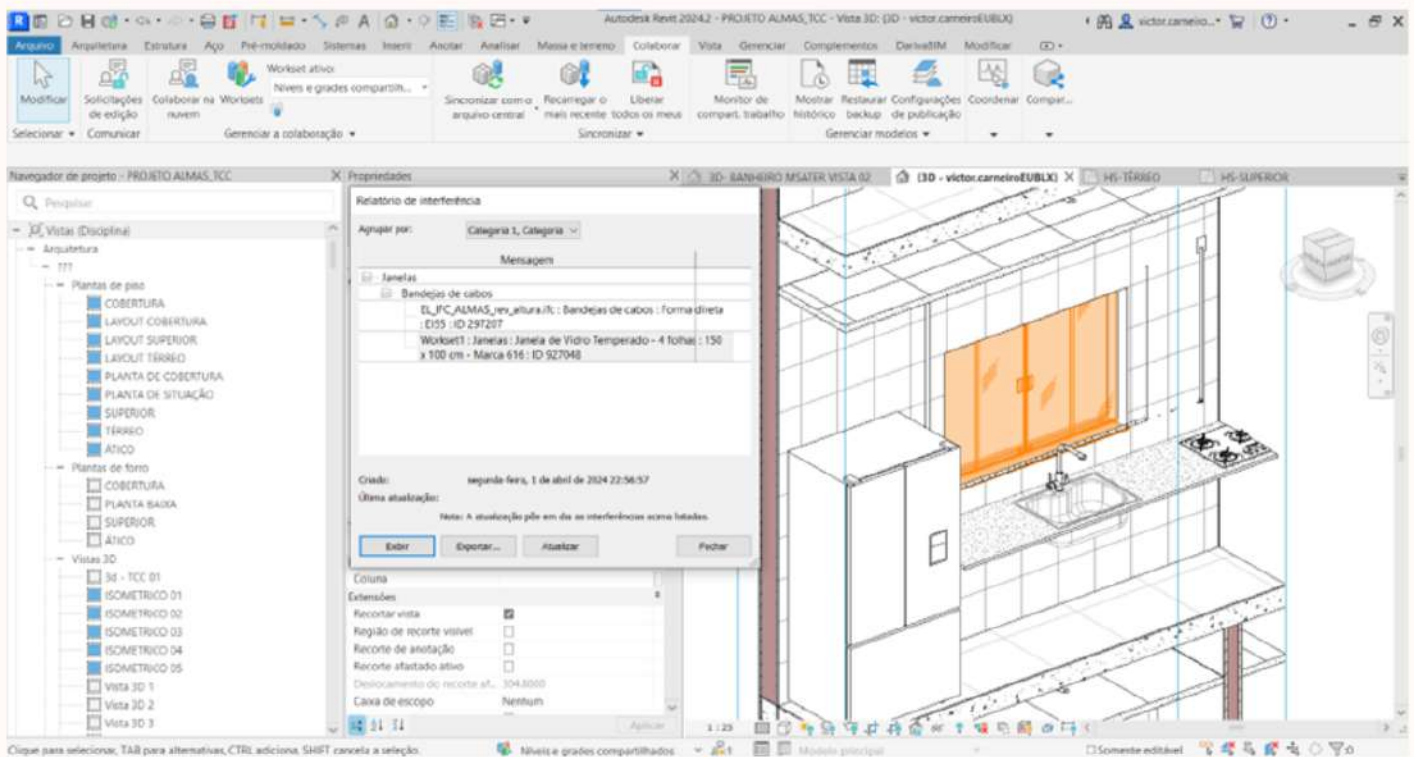


The image shows a software dialog box titled "Verificação de interferência" (Interference Check). It is divided into two main sections for comparing two different projects. The left section is for the "Projeto atual" (Current Project) and the right section is for "PROJETO ALMAS_TCCARQ.ifc". Each section has a list of categories with checkboxes. In the left list, "Tubulação" (Piping) is checked. In the right list, "Janelas" (Windows) is checked. Below each list is a "Seleção" (Selection) area with buttons for "Todos" (All), "Nenhum" (None), and "Inverter" (Invert). At the bottom right of the dialog are "OK" and "Cancelar" (Cancel) buttons. Hand-drawn black arrows point to the project selection dropdowns, the category lists, and the selection buttons.

Projeto atual	PROJETO ALMAS_TCCARQ.ifc
☐ Acessórios do tubo	☐ Conexões da bandeja de cabos
☐ Conexões de tubo	☐ Dutos
☐ Dutos	☐ Equipamento especial
☐ Equipamento especial	☐ Escadas
☐ Modelos genéricos	☐ Forros
☐ Peças hidrossanitárias	☐ Fundações estruturais
☒ Tubulação	☐ Guarda-corpos
	☒ Janelas
	☐ Luminárias
	☐ Mobiliário
	☐ Modelos genéricos
	☐ Montantes de parede cortina
	☐ Paredes
	☐ Peças hidrossanitárias
	☐ Pilares estruturais
	☐ Pisos
	☐ Portas
	☐ Quadro estrutural
	☐ Telhados
	☐ Tubulação

Selecione um projeto de sua escolha e marque o elemento que deseja verificar a existência de conflitos

Selecione o segundo projeto que deseja analisar o conflito e marque a categoria de elementos, não é necessário que seja apenas uma só categoria.



A análise de erros se dá com um relatório de interferências, onde está detalhado em qual elemento gráfico ocorre o conflito. Pode-se clicar em Exibir, onde o programa procurará uma vista capaz de mostrar onde está a interferência. Se não tiver nenhuma vista criada, o programa gerará uma nova, sendo dever do projetista configurar a vista criada para melhor entendimento.

Em resumo, a verificação de inteferências com foco na compatibilização de projetos se dá com esse passo a passo apresentado. As soluções derivadas dessa análise gráfica ficam a cargo do coordenador BIM juntamente com a equipe de projetos.

Após a alteração no projeto específico, deve-se inserir o novo modelo IFC gerado para nova verificação de compatibilidade, processo deve se repetir até a total solução de conflitos.

Um modelo colaborativo para desenvolvimento de projetos pode ser realizado em substituição a solução paga da Autodesk, chamada Revit Cloud Worksharing.

A colaboração em nuvem é utilizada para que se crie um modelo central de um projeto que todos os integrantes da equipe de projetos tenham acesso em seus determinados computadores.

Ao se ter acesso a um projeto único a todos, todas as alterações e desenvolvimentos de modelagem realizados são atualizados nesse modelo central, e automaticamente o arquivo é atualizado para todos.

Esse modo permite a total colaboração entre projetistas e máquinas, de forma a desenvolver um mesmo projeto em parceria, otimizando o tempo e aumentando a qualidade do produto final.

O método utilizado foi com o auxílio do Google Drive, sendo necessário seguir alguns processos específicos em cada computador da equipe de projetos. O conteúdo desse passo a passo foi ensinado por um professor Arquiteto Fábio Formighieri em seu canal do Youtube “FaBIM nD Educação”.

O professor Fábio ensina com excelência diversas maneiras de como proceder com trabalhos colaborativos em BIM, sendo de sua total autoria o processo utilizado para desenvolvimento de um projeto colaborativo nesse presente trabalho.

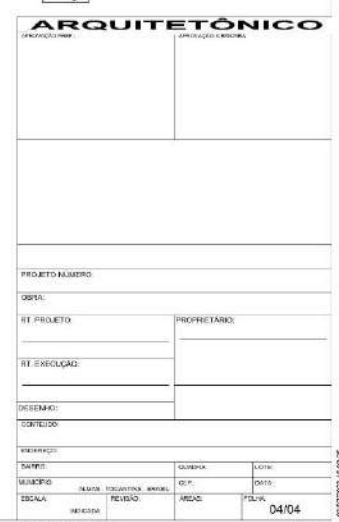
O link do tutorial desse método está referenciado abaixo:

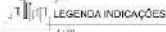
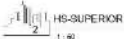


Link - Clique Aqui

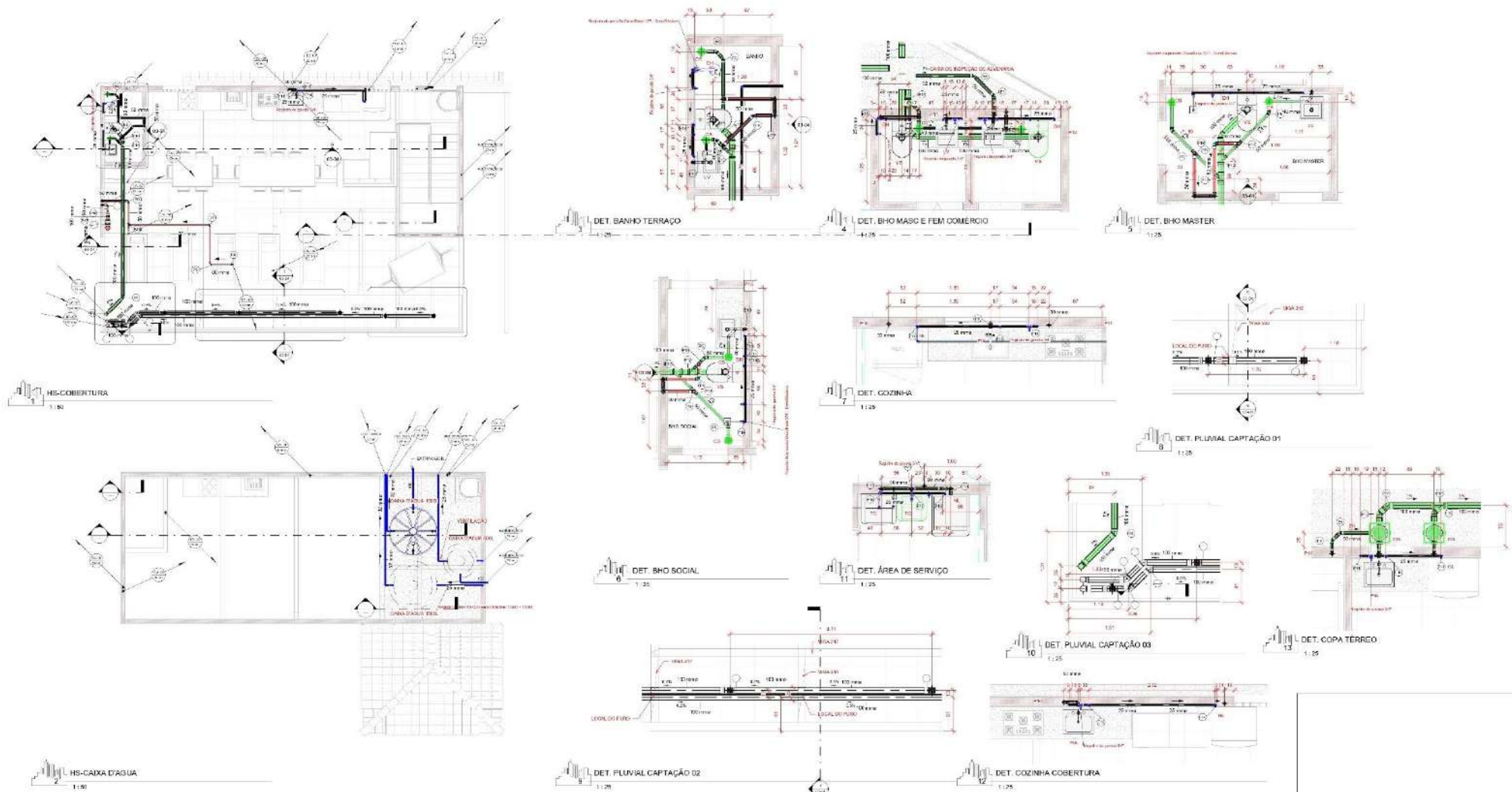
https://www.youtube.com/live/TskuPYK4wAg?si=YLybxiwux3aj0_1C

ANEXOS - PROJETOS



[illegible][illegible]

AP-02	100 mm	PRIMADA ÁGUA FILTRADA
CV-03	100 mm	PRIMADA ÁGUA PLUVIAL
CV-01	80 mm	COLUNA DE VENTILAÇÃO
CV-02	80 mm	COLUNA DE VENTILAÇÃO
CV-03	80 mm	COLUNA DE VENTILAÇÃO
CV-04	80 mm	COLUNA DE VENTILAÇÃO
CV-05	80 mm	COLUNA DE VENTILAÇÃO
CV-06	80 mm	COLUNA DE VENTILAÇÃO
CV-07	80 mm	COLUNA DE VENTILAÇÃO
CV-08	80 mm	COLUNA DE VENTILAÇÃO
CV-09	80 mm	COLUNA DE VENTILAÇÃO
CV-10	80 mm	COLUNA DE VENTILAÇÃO
DIST. SUELO DE CIMA DO CASO 01	22 mm	COLUNA DE DISTRIBUIÇÃO
DIST. SUELO DE CIMA DO CASO 02	32 mm	COLUNA DE DISTRIBUIÇÃO
DIST. SUELO DE CIMA DO CASO 03	25 mm	COLUNA DE DISTRIBUIÇÃO
DR-01	20 mm	DRENTO AR CONDICIONADO
DR-02	25 mm	DRENTO AR CONDICIONADO
DR-03	25 mm	DRENTO AR CONDICIONADO
DR-04	25 mm	DRENTO AR CONDICIONADO
DR-05	25 mm	DRENTO AR CONDICIONADO
DR-06	25 mm	DRENTO AR CONDICIONADO
DR-07	25 mm	DRENTO AR CONDICIONADO
TQ-01	100 mm	TUBO DE CULDEA ESQUITO
TQ-02	100 mm	TUBO DE CULDEA ESQUITO
TQ-03	80 mm	TUBO DE CULDEA ESQUITO
TQ-04	80 mm	TUBO DE CULDEA ESQUITO

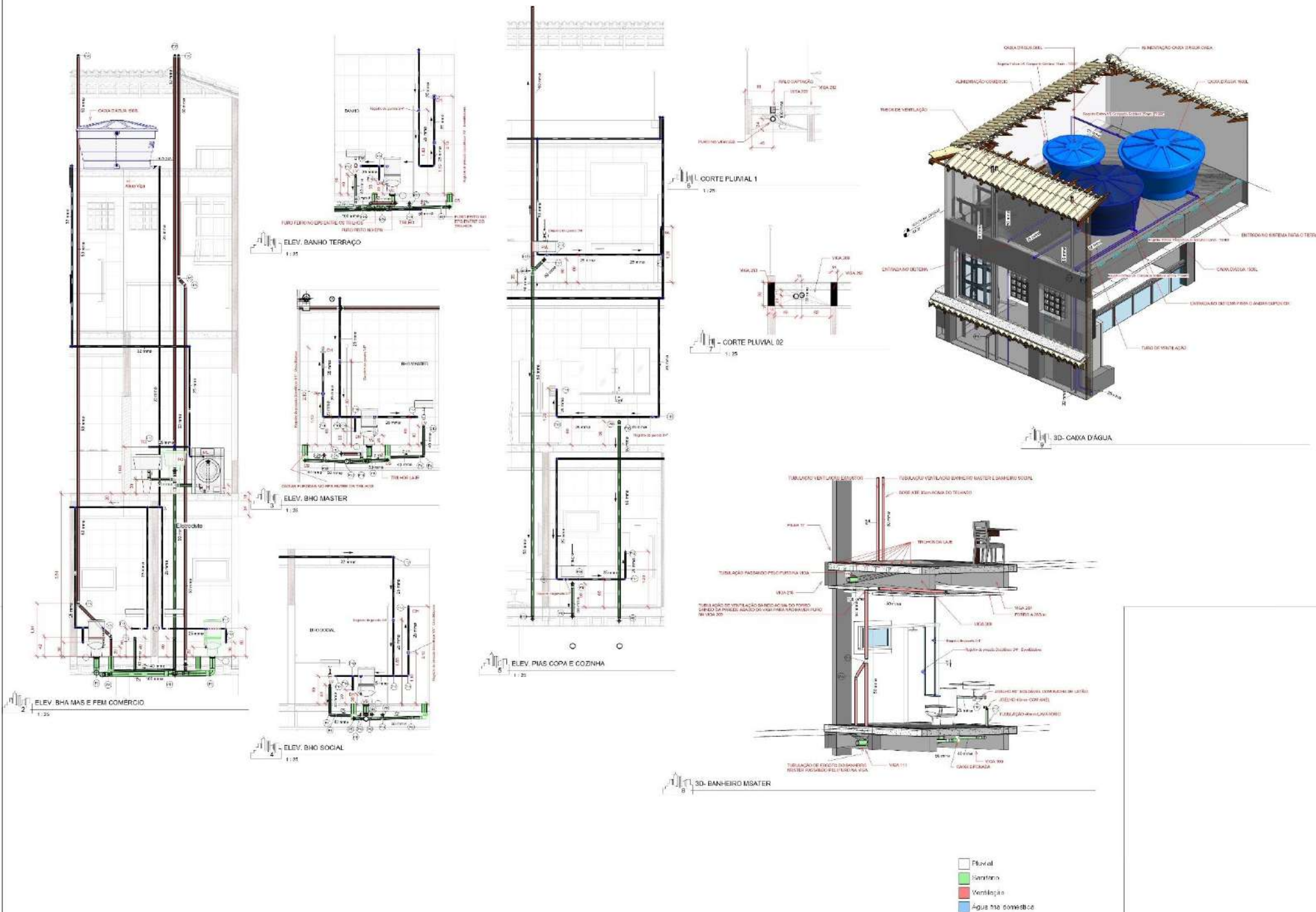


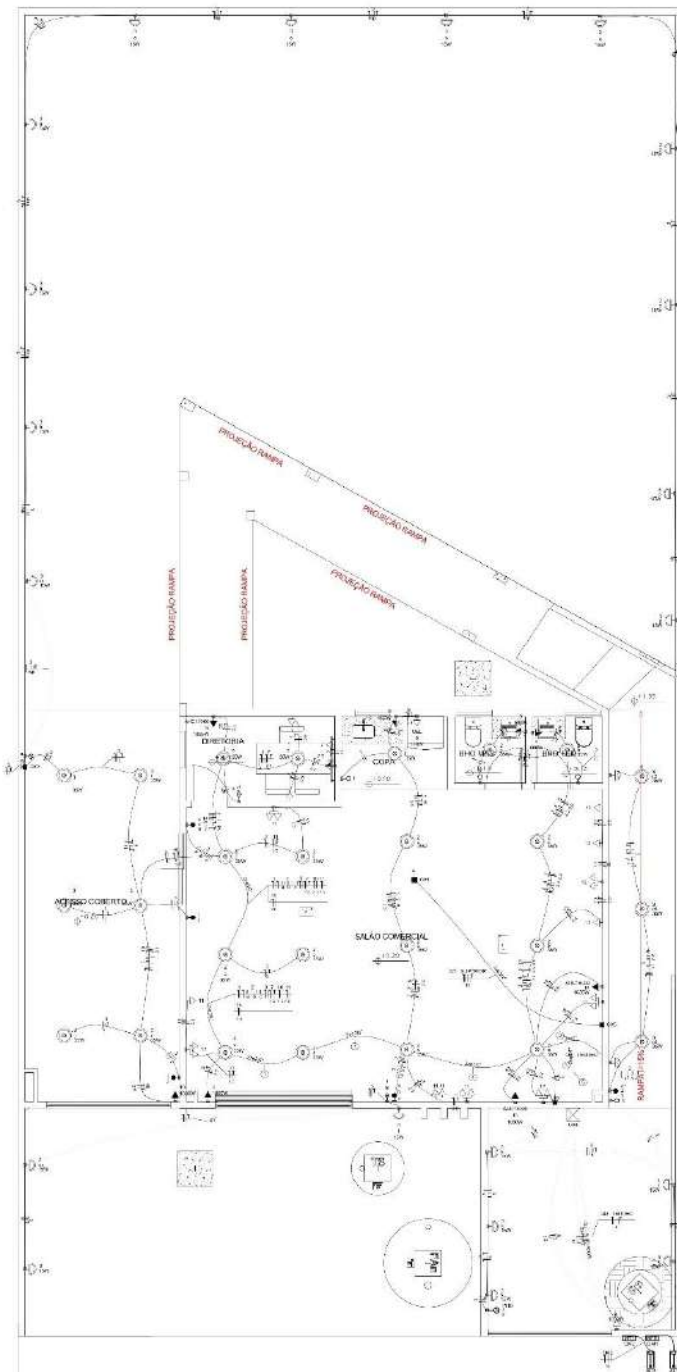
Memorial de Cálculo - Transmissão Sonora																
Quantidade	Descrição Equipamento	Fórmula utilizada para o dimensionamento (NBR 7229-1999)	Ocupação (Tabela 3 - NBR 7229-1999)	(N) Número de contribuintes que contribuem para o equipamento	Unidade	(C) Contribuição de ruído, em dB(A) (Tabela 1 - NBR 7229-1999)	(L) Contribuição de ruído, em dB(A) (Tabela 2 - NBR 7229-1999)	(A) Contribuição de ruído, em dB(A) (Tabela 3 - NBR 7229-1999)	(T) Período de duração, em segundos (Tabela 4 - NBR 7229-1999)	(V) Volume mínimo ocupado que o sistema deve ter para atender a exigência acústica	(S) Tempo mínimo de silêncio, em segundos (Tabela 5 - NBR 7229-1999)	(D) Dimensão mínima do espaço de absorção sonora (Tabela 6 - NBR 7229-1999)	(E) Dimensão mínima do espaço de absorção sonora (Tabela 6 - NBR 7229-1999)	(F) Dimensão mínima do espaço de absorção sonora (Tabela 6 - NBR 7229-1999)	(G) Dimensão mínima do espaço de absorção sonora (Tabela 6 - NBR 7229-1999)	(H) Dimensão mínima do espaço de absorção sonora (Tabela 6 - NBR 7229-1999)
1	Tanque 2000l Oculto	$V = 100 + N \times (L + T + K \times L)$	Residência padrão médio	15	Pessoas	130	1	150	0,62	1	20	85	3,77 m³	1,11 m	5,51 m	5,19 m²

Memorial de Cálculo - Som Ambiente																
Quantidade	Descrição	Equipamento	Fórmula utilizada para o dimensionamento (NBR 7229-1999)	(N) Taxa de percentagem da população que contribui para o equipamento (Tabela 1 - NBR 7229-1999)	(C) Capacidade de utilização do equipamento (Tabela 2 - NBR 7229-1999)	Unidade	Tipologia	Alcance máximo do som	(L) Nível médio de ruído emitido pelo equipamento (Tabela 3 - NBR 7229-1999)	(T) Período de duração do ruído (Tabela 4 - NBR 7229-1999)	(V) Volume mínimo ocupado que o equipamento deve ter para atender a exigência acústica (Tabela 5 - NBR 7229-1999)	(S) Capacidade de ruído do equipamento (Tabela 6 - NBR 7229-1999)	(A) Área mínima necessária para o equipamento (Tabela 7 - NBR 7229-1999)	(D) Distância mínima entre o equipamento e o receptor (Tabela 8 - NBR 7229-1999)	(E) Emissão sonora do equipamento (Tabela 9 - NBR 7229-1999)	(F) Fator de correção (Tabela 10 - NBR 7229-1999)
1	Sandstone Oculto	28	$V = 100 + N \times (L + T + K \times L)$ $L = 160$ $T = 10$ $K = 1$	4,5	70,00	Unidade	Área mínima de aplicação do equipamento (Tabela 11 - NBR 7229-1999)	Unidade	15	150	0,62	1	20	85	3,77 m³	1,11 m

Memorial de Cálculo - Fôno (Sonoro)																
Quantidade	Descrição Equipamento	Fórmula utilizada para o dimensionamento (NBR 13067-1997)	Ocupação (Tabela 3 - NBR 13067-1997)	(N) Número de contribuintes que somam diretamente pelo equipamento	Unidade	(C) Contribuição de ruído, em lim (dB(A)) (Tabela 1 - NBR 13067-1997)	(L) Contribuição de ruído, em dB(A) (Tabela 2 - NBR 13067-1997)	(A) Período de duração, em dB(A) (Tabela 3 - NBR 13067-1997)	(T) Temperatura ambiente em (°C) (Tabela 4 - NBR 13067-1997)	(V) Volume mínimo ocupado que o sistema deve ter para atender a exigência acústica	(Dm) Diâmetro interno do eixo de concreto utilizado no sistema (padrão comercial)	(Dm) Altura da sala de estudo (padrão)	Índice de absorção (I) (dB) (Tabela 5 - NBR 13067-1997)	Capacidade de volume (V) (m³) (Tabela 6 - NBR 13067-1997)	Capacidade de volume (V) (m³) (Tabela 6 - NBR 13067-1997)	Capacidade de volume (V) (m³) (Tabela 6 - NBR 13067-1997)
1	Fita Acústica Oculto	$V = 100 + N \times (L + T + K \times L)$	Residência padrão médio	15	Pessoas	130	105	0,62	22	2,47 m³	1,08 m	1,31 m	5,19	3,48 m³		

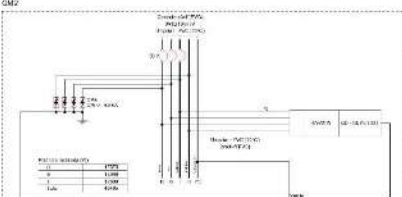
Pluvial
Sanitário
Ventilador
Água fria doméstica





Cálculo de Carga Elétrica (kW)		Cálculo de Carga Elétrica (kVA)	
Item	Descrição	Valor (kW)	Valor (kVA)
1	Iluminação	10,0	10,0
2	Tomadas	20,0	20,0
3	Ar Condicionado	30,0	30,0
4	Refrigerador	1,0	1,0
5	Chuveiro	5,0	5,0
6	Secador de Cabelo	2,0	2,0
7	Panela Elétrica	3,0	3,0
8	Micro-ondas	1,0	1,0
9	TV	1,0	1,0
10	Computador	0,5	0,5
11	Impressora	0,2	0,2
12	Outros	2,0	2,0
Total		100,0	100,0

Item	Descrição	Valor (kW)	Valor (kVA)
1	Iluminação	10,0	10,0
2	Tomadas	20,0	20,0
3	Ar Condicionado	30,0	30,0
4	Refrigerador	1,0	1,0
5	Chuveiro	5,0	5,0
6	Secador de Cabelo	2,0	2,0
7	Panela Elétrica	3,0	3,0
8	Micro-ondas	1,0	1,0
9	TV	1,0	1,0
10	Computador	0,5	0,5
11	Impressora	0,2	0,2
12	Outros	2,0	2,0
Total		100,0	100,0



Item	Descrição	Valor (kW)	Valor (kVA)
1	Iluminação	10,0	10,0
2	Tomadas	20,0	20,0
3	Ar Condicionado	30,0	30,0
4	Refrigerador	1,0	1,0
5	Chuveiro	5,0	5,0
6	Secador de Cabelo	2,0	2,0
7	Panela Elétrica	3,0	3,0
8	Micro-ondas	1,0	1,0
9	TV	1,0	1,0
10	Computador	0,5	0,5
11	Impressora	0,2	0,2
12	Outros	2,0	2,0
Total		100,0	100,0

PROJETO ELÉTRICO

PROJETO: _____

CLIENTE: _____

PROPRIETÁRIO: _____

RT. EXECUÇÃO: _____

CALCULO: VICTOR ANDRÉ

CONTÉUDO: PLANO DE FORÇA TÉRREO, Cálculo de Carga Elétrica, Diagrama de Força Térréo, Diagrama de Força Térréo

ORÇAMENTO: _____

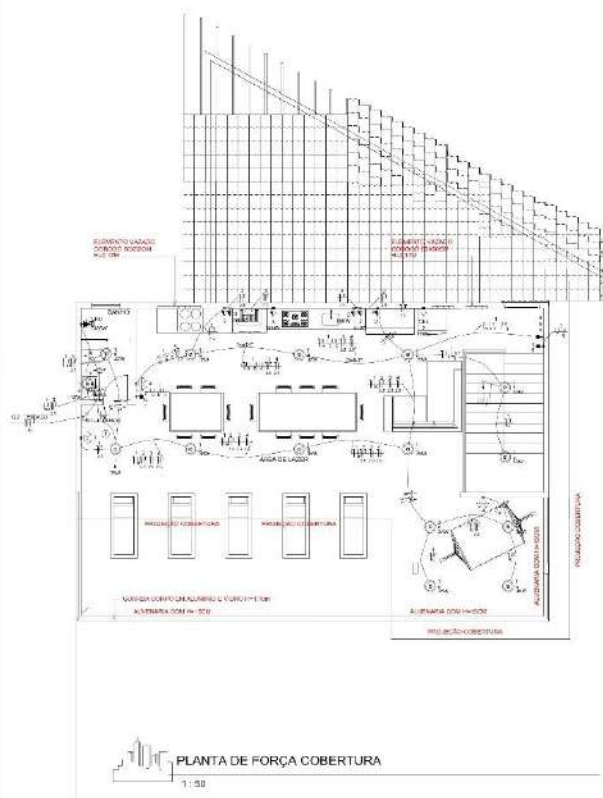
PROJETO: _____

PROPRIETÁRIO: _____

RT. EXECUÇÃO: _____

CALCULO: VICTOR ANDRÉ

CONTÉUDO: PLANO DE FORÇA TÉRREO, Cálculo de Carga Elétrica, Diagrama de Força Térréo, Diagrama de Força Térréo

[illegible][illegible]

Exercícios de Física – Termodinâmica

1. Um gás ideal sofre uma transformação isotérmica. Se a pressão do gás é dobrada, a temperatura permanece constante. Qual é a variação da energia interna do gás?

a) Aumenta duas vezes.
b) Diminui duas vezes.
c) Permanece constante.
d) Aumenta quatro vezes.
e) Diminui quatro vezes.

2. Um gás ideal sofre uma transformação adiabática. Se a pressão do gás é dobrada, a temperatura aumenta. Qual é a variação da energia interna do gás?

a) Aumenta duas vezes.
b) Diminui duas vezes.
c) Permanece constante.
d) Aumenta quatro vezes.
e) Diminui quatro vezes.

3. Um gás ideal sofre uma transformação isobárica. Se a temperatura do gás é dobrada, a pressão permanece constante. Qual é a variação da energia interna do gás?

a) Aumenta duas vezes.
b) Diminui duas vezes.
c) Permanece constante.
d) Aumenta quatro vezes.
e) Diminui quatro vezes.

4. Um gás ideal sofre uma transformação isocórica. Se a temperatura do gás é dobrada, a pressão aumenta. Qual é a variação da energia interna do gás?

a) Aumenta duas vezes.
b) Diminui duas vezes.
c) Permanece constante.
d) Aumenta quatro vezes.
e) Diminui quatro vezes.

5. Um gás ideal sofre uma transformação isocórica. Se a temperatura do gás é dobrada, a pressão aumenta. Qual é a variação da energia interna do gás?

a) Aumenta duas vezes.
b) Diminui duas vezes.
c) Permanece constante.
d) Aumenta quatro vezes.
e) Diminui quatro vezes.

6. Um gás ideal sofre uma transformação isocórica. Se a temperatura do gás é dobrada, a pressão aumenta. Qual é a variação da energia interna do gás?

a) Aumenta duas vezes.
b) Diminui duas vezes.
c) Permanece constante.
d) Aumenta quatro vezes.
e) Diminui quatro vezes.

7. Um gás ideal sofre uma transformação isocórica. Se a temperatura do gás é dobrada, a pressão aumenta. Qual é a variação da energia interna do gás?

a) Aumenta duas vezes.
b) Diminui duas vezes.
c) Permanece constante.
d) Aumenta quatro vezes.
e) Diminui quatro vezes.

8. Um gás ideal sofre uma transformação isocórica. Se a temperatura do gás é dobrada, a pressão aumenta. Qual é a variação da energia interna do gás?

a) Aumenta duas vezes.
b) Diminui duas vezes.
c) Permanece constante.
d) Aumenta quatro vezes.
e) Diminui quatro vezes.

9. Um gás ideal sofre uma transformação isocórica. Se a temperatura do gás é dobrada, a pressão aumenta. Qual é a variação da energia interna do gás?

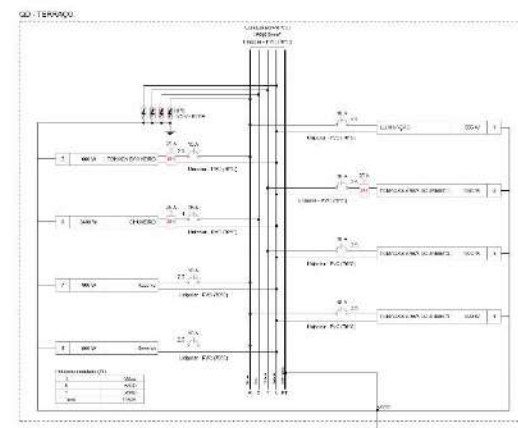
a) Aumenta duas vezes.
b) Diminui duas vezes.
c) Permanece constante.
d) Aumenta quatro vezes.
e) Diminui quatro vezes.

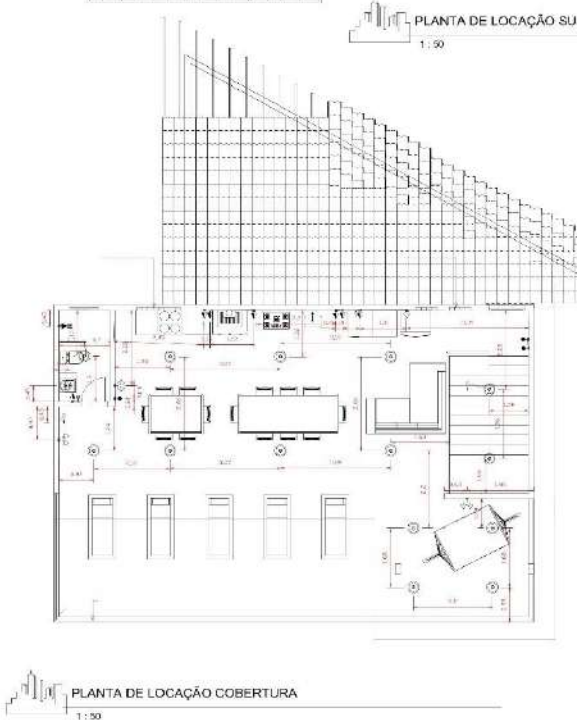
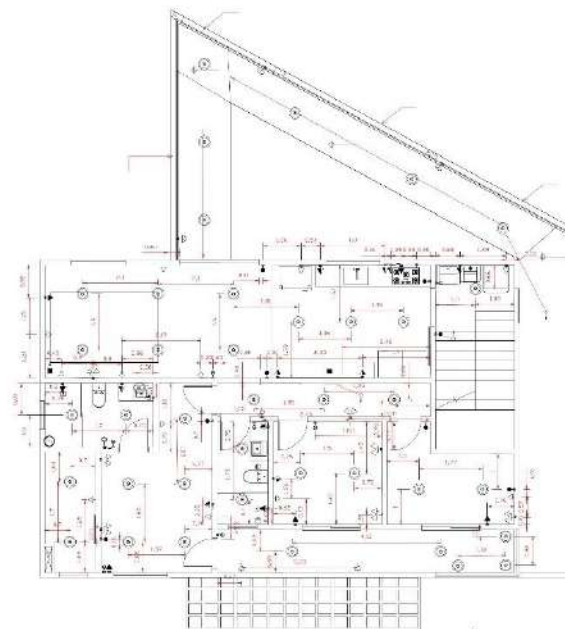
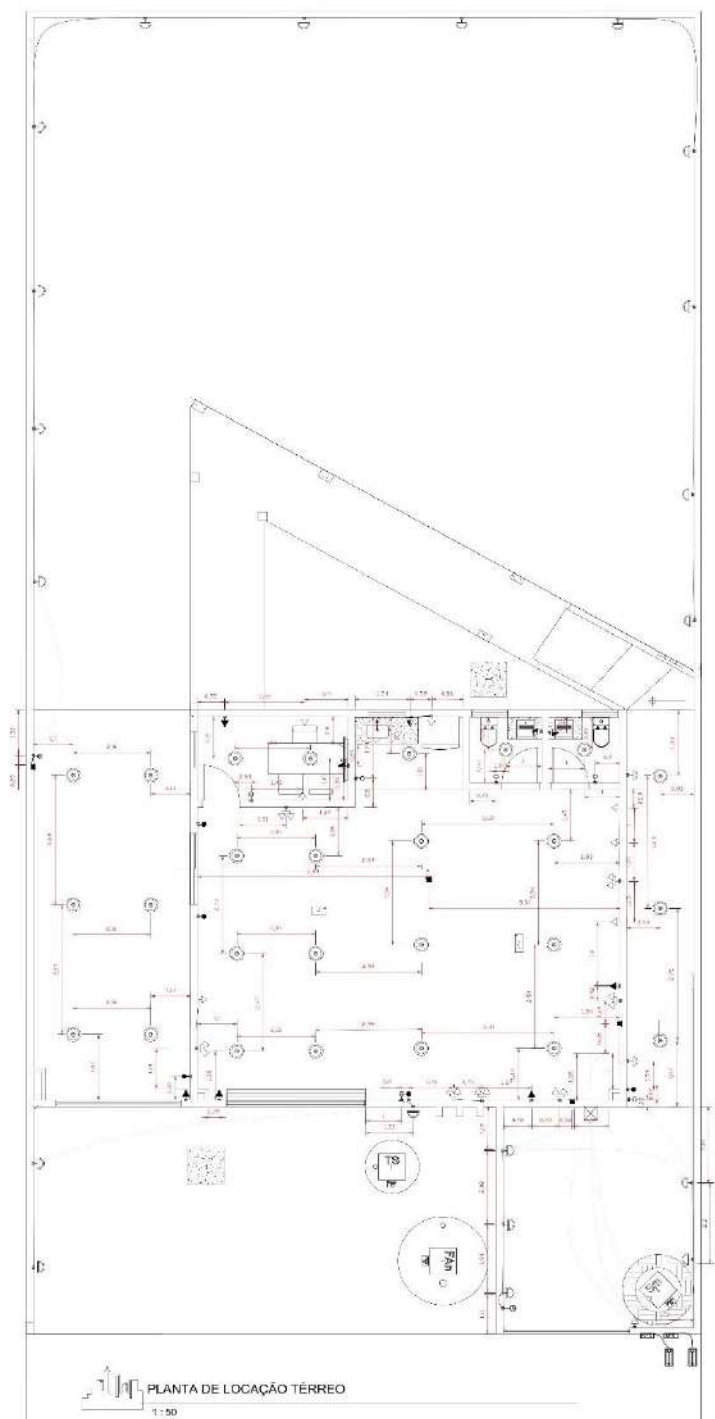
10. Um gás ideal sofre uma transformação isocórica. Se a temperatura do gás é dobrada, a pressão aumenta. Qual é a variação da energia interna do gás?

a) Aumenta duas vezes.
b) Diminui duas vezes.
c) Permanece constante.
d) Aumenta quatro vezes.
e) Diminui quatro vezes.

[illegible][illegible]

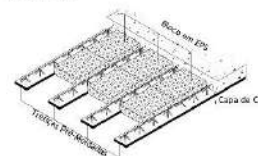
Ejercicio 2. Comparar el FIDUCIA de los grupos			
Grupo	Indicador	Valor	Interpretación
Grupo 1	FIDUCIA	0,00	0,00
Grupo 2	FIDUCIA	0,00	0,00
Grupo 3	FIDUCIA	0,00	0,00

[illegible]

[illegible]



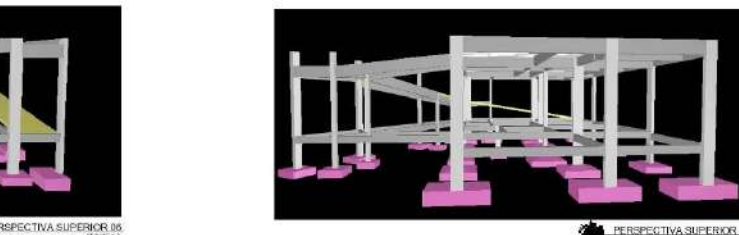
PERSPECTIVA



Treliças Pré-Moldadas

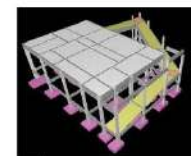


DETAILE LAJES (SEM ES)

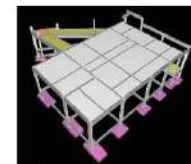


© 2006 Blackwell Publishing Ltd, *Journal of Internal Medicine* 260: 101–108

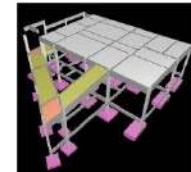
- 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044

[illegible]

PERSPECTIVA SUPERIOR 01



 PERSPECTIVA SUPERIOR 02



PERSPECTIVA SUPERIOR.03

PERSPECTIVA SUPERIOR 04
Nº 88 / 2004 / 15[illegible]

CONVENÇÃO DE PILARES



PROJETO ESTRUTURAL

PROJETO ESTRUTURAL

OBRA	COMERCIAL/RESIDENCIA
------	----------------------

IT. FRONTO:	PROPRIETÁRIO:
-------------	---------------

IT. ENDOURGO	
--------------	--

CALCULOS	
----------	--

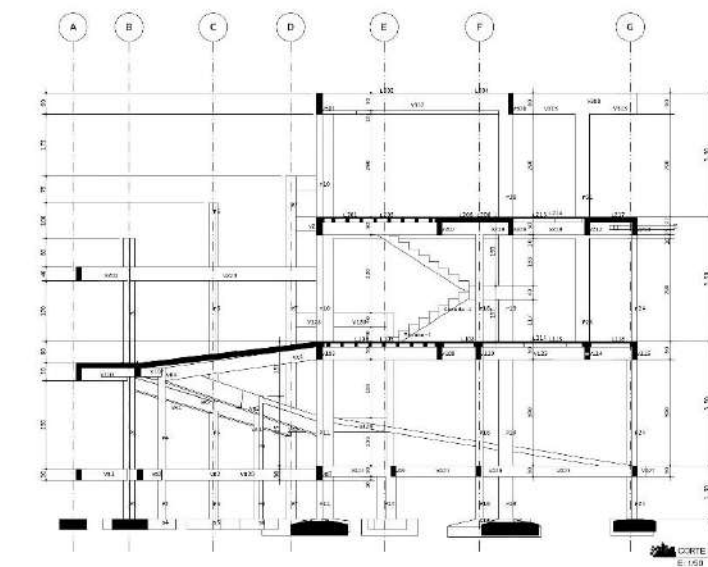
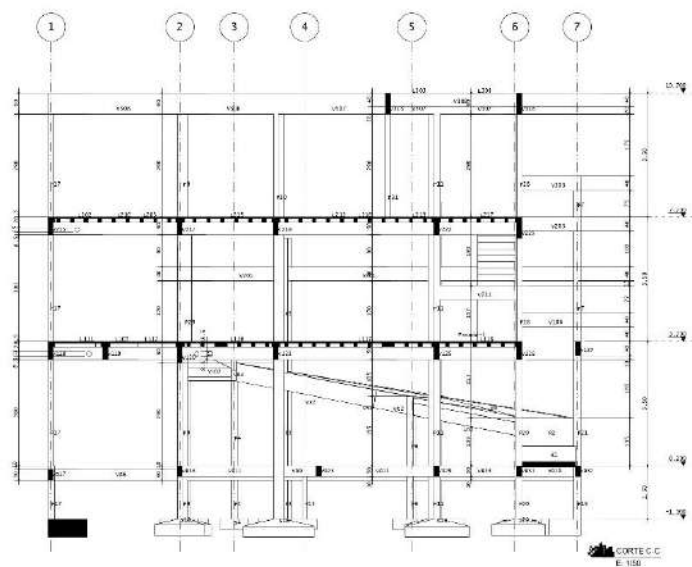
PLANTA FORMULA MOVIMENTO ALPACON -VITE 2,278,00TAS, PUNTO DE VITA 9-08-64-MX

EN DEPENDO:		
648150	DIA 10/04/04	OTR

QUESTION SI USER, TITOLANTE, RINTRA	CEP	DATA
--	-----	------

ESPECIE	GENERA	ATENO	FILIO
PEROGIA		VERQUARO	02/18

© 2006 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands



Requerimento	Nível apresentado	PS obtido
24 - Jilisco	16,750	1,380
25 - Cabrita (2)	7,500	1,380
30 - Baniwa (1)	7,750	1,380
31 - Iroko	8,500	1,380

CONVENÇÃO DE PILARES



PROJETO ESTRUTURAL

PROJETO ESTRUTURAL

PROJECTO NUMERO

USDA	COMERCIAL/RESIDENCIAL
------	-----------------------

RT PROJETO:

PROPHETARIO:

RT EXECUC402

100

50

DATE:

ENDNOTE 100

17/01/2012

22 MAR 1968

1000

05/18

05/18

