

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS NA METODOLOGIA BIM

Estudo de caso de empreendimento residencial.

Antonio Eduardo Castello de César¹

Guilherme Pereira de Andrade²

Resumo

Este artigo tem como objetivo contextualizar sobre a metodologia *building information modeling* (BIM). Apresentando a sua origem, definições, níveis de aplicação e dificuldades para a implantação. Na sequência demonstrar os resultados de uma modelagem de projetos utilizados para execução de uma obra em 3D, utilizando o software AUTODESK REVIT 2020, então realizar um estudo de caso sobre o empreendimento já entregue verificando os pontos levantados com o processo de compatibilização realizado, comparando com os itens que foram encontrados com as ocorrências de obra. A análise é feita tanto por verificações visuais dos projetos quanto com o uso do *clashes detective* utilizando o software AUTODESK NAVISWORKS 2020, chegando a um número de aproximadamente 18000 conflitos.

Palavras-chave: BIM. COMPATIBILIZAÇÃO. METODOLOGIA. CONSTRUÇÃO CIVIL.

ABSTRACT

This article aims to contextualize the building information modeling (BIM) methodology. Presenting its origin, definitions, application levels and difficulties for implementation. Next, demonstrate the results of a project modeling used for the execution of a 3D work, using the AUTODESK REVIT 2020 software, then carry out a case study on the project already delivered, verifying the points raised with the compatibility process carried out, comparing with the items that were found with the work occurrences. The analysis is done both by visual verifications of the projects and with the use of clashes detective using the AUTODESK NAVISWORKS 2020 software, reaching a number of approximately 18000 conflicts.

Keywords: BIM. COMPATIBILIZATION. METHODOLOGY. CONSTRUCTION.

¹ Graduando em Engenharia Civil. – E-mail: antonio.eduardoeng@gmail.com

² Professor Orientador – E-mail: andrade.ecv@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

BIM, (*Building information modeling*) trata-se de uma metodologia de trabalho tecnológica e colaborativa que permite a criação de modelos virtuais 3D do projeto de construção, incorporando as informações multidisciplinares atualizadas ao longo de todo o seu ciclo de vida (THÓRUS ENGENHARIA, 2020). Comumente confundida com softwares de engenharia o BIM é algo muito mais abrangente, mas nem por isso deixamos de usufruir dos mesmos, REVIT, QiBuilder, Navisworks entre muitos outros. São caracterizados como softwares BIM quando permitem a modelagem em modelos em 3D e a integração e/ou do compartilhamento de dados entre outros softwares assim carregando diversas informações nos dados modelados, visando atividades futuras como quantitativos, previsão financeira entre outras, assim possibilitando implantarmos o processo de compatibilização com análises e verificações de softwares para melhorar a qualidade dos trabalhos entregues.

2. REVISÃO DE LITERATURA.

Este capítulo aborda os conceitos pertinentes ao assunto, de forma a trazer embasamento teórico acerca da metodologia de modelagem e compatibilização BIM.

2.1. O CONCEITO BIM

Em 1974 surgiu o primeiro termo sobre o BIM. Ele foi criado por Charles Eastman e sua equipe, e foi chamado de BDS – *Building Description System* (do inglês, Sistema de Descrição da Construção), após a criação deste termo, juntamente com a consolidação do CAD como ferramenta, surgem diversas discussões em busca de novas tecnologias na área (GASPAR, 2017).

Em 1986 foi registrado pela primeira vez o uso do termo *Building Modeling*, ele foi usado em um artigo de Robert Aish, intitulado como *Three-dimensional Input and Visualization*. No artigo, o autor já abordava sobre modelagem tridimensional, banco de dados e até sobre as fases da construção (GASPAR, 2017).

Agora, o termo exato como conhecemos hoje, “BIM”, foi oficializado em 1992 pelos professores G.A van Nederveen e F. Tolman, no artigo “*Automation in Construction*” (THÓRUS ENGENHARIA, 2020).

Com isso, a necessidade de um desenho conter outras informações relevantes sobre características, fases de obras, listas de materiais e processos construtivos ficou evidente para todos (THÓRUS ENGENHARIA, 2020).

2.2. Definições sobre BIM

No passar do tempo BIM teve já foi definido de diversas maneiras como demonstrado na tabela 01, mas apesar das diferentes definições a sigla “BIM” só entrou em uso popular em 2002, quando um *white paper* da Autodesk intitula o “*Building Information Modeling*” como BIM.

Tabela 01 – Definições de BIM

Fonte	Definição
ERNSTROM, 2006	<p>BIM é o desenvolvimento e uso de um modelo de programa de computador para simular a construção e operação de um empreendimento. BIM usa um conceito inteligente e paramétrico de uma representação digital de uma construção onde podemos gerar informação que possa ser utilizada para tomar decisões e melhorar o processo de construção.</p>
SUCCAR, 2009	<p>BIM é uma série de tecnologias, processos e políticas que possibilitam que os diversos envolvidos no processo projetem, construam e utilizem um empreendimento de forma colaborativa.</p>
EASTMAN, 2014	<p>BIM é usado como verbo ou adjetivo para descrever ferramentas, processos e tecnologias que são facilitadas pela documentação digital e legível pelo computador de uma edificação, seu desempenho, seu planejamento, sua construção e, posteriormente, sua operação.</p>
National BIM Standard – United States (NBIMS), 2015	<p>BIM é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma construção. BIM é um conjunto de informações do empreendimento desde a concepção inicial até a demolição, com colaboração integrada das diversas partes do projeto (construtor, arquitetos, engenheiros, proprietários, etc.).</p>

Fonte: Autor (2022)

2.3. Dimensões BIM

Além da sigla BIM o tempo também trouxe novas dimensões de modelagem para metodologia, como o BIM 3D “modelagem”, BIM 4D “tempo”, o BIM 5D “custo”, o BIM 6D “sustentabilidade”, e o BIM 7D “Gestão e Manutenção”.

Trabalhar em cada uma dessas dimensões significa que no arquivo de modelagem esses itens vão estar ativamente atrelados, sendo possível como projetista ou cliente final selecionar algum elemento modelado e verificar essas informações como eficiência energética, garantias e fabricante.

2.4. Estágios de Maturidade BIM

Podendo ainda ser interpretado de maneiras diferentes pelas pessoas, mas comumente tende a se identificar em três estágios de trabalho na metodologia BIM.

Para essa identificação, Succar (2009) define a subdivisão dos níveis de maturidade BIM em três componentes, que podem auxiliar na classificação da implementação BIM:

- Estágio 1 – Modelagem 3D baseada em objetos;
- Estágio 2 – Modelo baseado em colaboração;
- Estágio 3 – Integração baseada em rede.

Lembrando que o estágio 0 seria a modelagem 2D.

É normal confundir os níveis de maturidade com as dimensões 4D, 5D. Mas as dimensões são referentes às atividades executadas na metodologia e os estágios de maturidade ao método de trabalho.

2.5. DIFICULDADES DE IMPLANTAÇÃO

Como foi apresentado por Nardelli e Tonso (2014) se trata de uma prática não obrigatória pelas normas e órgãos públicos então o uso da metodologia BIM acaba ficando a critério da empresa, que muitas vezes não tem o conhecimento das utilidades e facilidades do seu uso, assim acaba sujeita a uma experiência frustrada nos primeiros contatos por se tratar de uma prática que exige muito planejamento prévio tanto para alinhar expectativas quanto para evitar

retrabalhos aos projetistas envolvidos, sendo essa uma das maiores reclamações entre os utilizadores.

E com alto custo e esforço de implementação migrar os projetos de 2D para 3D pode se tornar uma atividade tortuosa que se for feita sem as devidas preparações podem gerar frustrações, pois uma mudança sem planejamento gera resultados desagradáveis, atrasos de entrega e perda considerável de produtividade.

Os principais desafios tendem a ser

- Falta de conhecimento nas equipes de modelagem sobre o tema
- Descrença na metodologia, ou ter a ideia de ser passageiro
- *Software / Hardware*
- Conseguir aderir sem perder produtividade.

3. COMPATIBILIZAÇÃO

Com a implantação da metodologia BIM tivemos muitas melhorias relacionadas à construção civil, destacando-se a compatibilização que com os modelos 3D ficaram muito mais claras.

A compatibilização de projetos consiste no processo de localizar e solucionar incompatibilidades entre projetos de diferentes disciplinas, respeitando as restrições de outros subsistemas, e levando em consideração aspectos de construção, operação e manutenção (KORMAN; TATUM, 2000).

Sendo o maior benefício da compatibilização de projetos é a redução das incertezas na fase de obras (RILEY; HORMAN, 2001), prevenindo custos não orçados e atrasos de cronograma.

Observamos assim uma tendência muito grande à especialização, o que reforça a necessidade da compatibilização e do surgimento de um profissional com visão sistêmica e conhecimento amplo, para agregar e compor as diversas partes de um projeto (BARBOSA, 2005).

Se utilizam de planilhas, softwares de compatibilização como AUTODESK NAVISWORKS e projetos em PDF (*Portable Document Format*) é um formato de arquivo desenvolvido pela Adobe Systems para representar documentos de

maneira independente do aplicativo, hardware, e sistema operacional usados para criá-los. Assim possibilitando a conferência visual dos projetos.

4. METODOLOGIA

Este artigo tem o objetivo de executar e analisar uma modelagem e compatibilização em 3D de um empreendimento de 17904,75 m² com seis torres tipos com dois pavimentos cada sendo que os pavimentos possuem dez apartamentos sendo seis com dois quartos sendo um uma suíte e um banheiro social, quatro com três quartos sendo um uma suíte e um banheiro social, área de lazer com piscina tanto adulto quanto infantil e um salão de festas.

A partir de modelos 2D produzidos inicialmente no *software* AUTOCAD® para aprovações na prefeitura e demais órgãos públicos, os projetos arquitetônico, elétrico, hidráulico e preventivo serão modelados em 3D no *software* AUTODESK REVIT® já o estrutural vamos utilizar um IFC fornecido pela empresa B para assim se tornar possível a análise e processo de compatibilização com verificações visuais e com o auxílio do *software* AUTODESK NAVISWORKS separando e analisando vistas com o comando *Select Box* (*caixa de seleção*) e criando *Sets* (pacotes salvos e agrupados previamente de itens do modelo) isolados com os pavimentos e então foi utilizado o comando *Clash Detective* (detecção de interferências) criando regras de análise por disciplina de engenharia e verificando separadamente cada uma, com o objetivo de apontar os possíveis erros e então verificar com um estudo de caso.

Vamos analisar de um ponto de vista de fora os projetos como um todo, quais os possíveis problemas encontrados por uma análise simulando o processo de uma compatibilização que não foi feita inicialmente na concepção do projeto até a sua construção, então assim a partir dos modelos 3D construídos vamos verificar os apontamentos levantados pelo *software* e com base nas atividades já executadas em obra comparar o quanto impactaram na execução do empreendimento já apresentando as possíveis soluções e as que foram de fato executadas em obra.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. ARQUITETURA

Iniciando as análises verificamos se o produto arquitetônico Figura 01 está atendendo os requisitos da prefeitura ou código de obras de região no nosso caso Florianópolis, SC – Brasil.

Figura 01 - Vista 3D empreendimento.



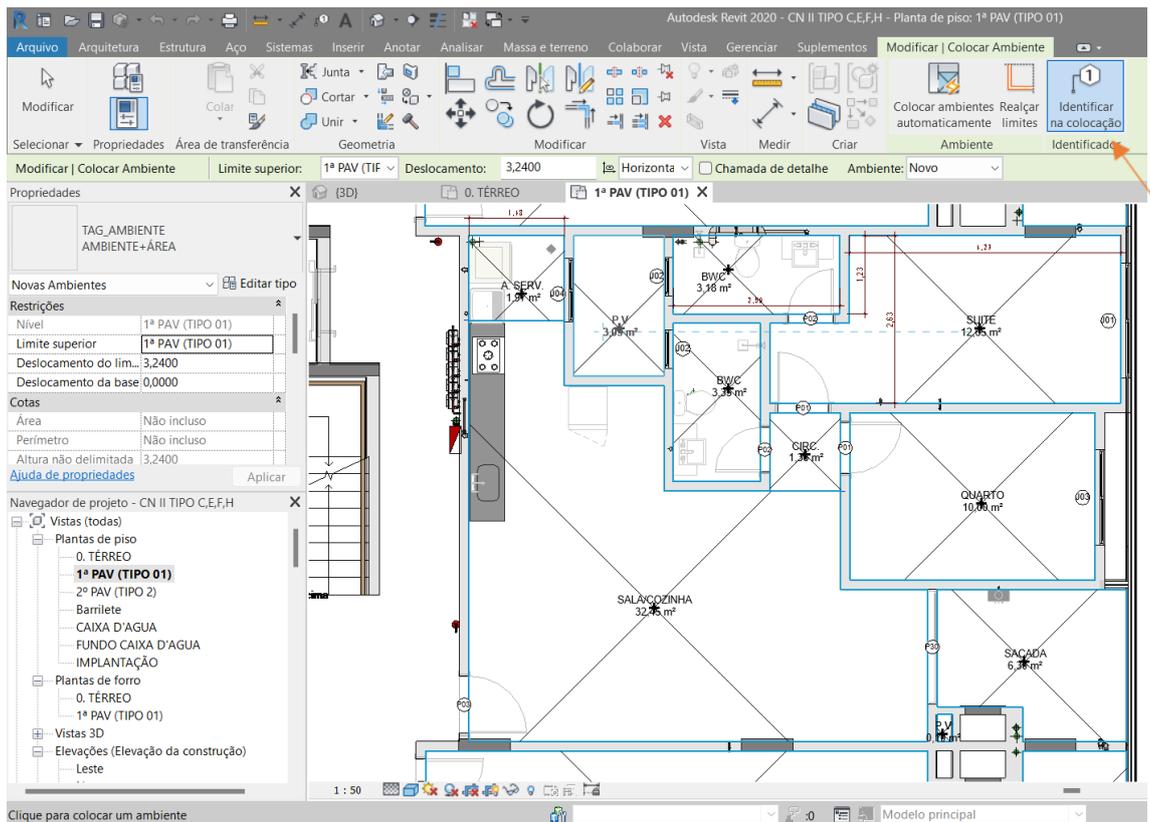
Fonte: Autor (2022)

Sendo esse um produto já aprovado e com liberação de Alvará de construção podemos considerar que as atividades iniciais estão corretas, porém faremos uma análise dos principais itens.

Segundo o código de obras de Florianópolis, seção XIII Art. 100 (Classificação e Dimensionamento dos Compartimentos) classifica-se como grupo 'A' residencial sendo assim as dimensões mínimas a se respeitar sala de estar com 12,00 m², 1º dormitório 11,00 m², 2º dormitório 9,00 m², demais dormitórios 7º m².

Após verificar as áreas com o comando "ambiente" conforme demonstrado na Figura 02 concluímos que todas as áreas atendem os requisitos mínimos apresentados e as alturas mínimas para o forro estão satisfatórias.

Figura 02 – Apto modelo com identificação dos ambientes.



Fonte: Autor (2022)

5.2. ARQUITETURA X ESTRUTURA

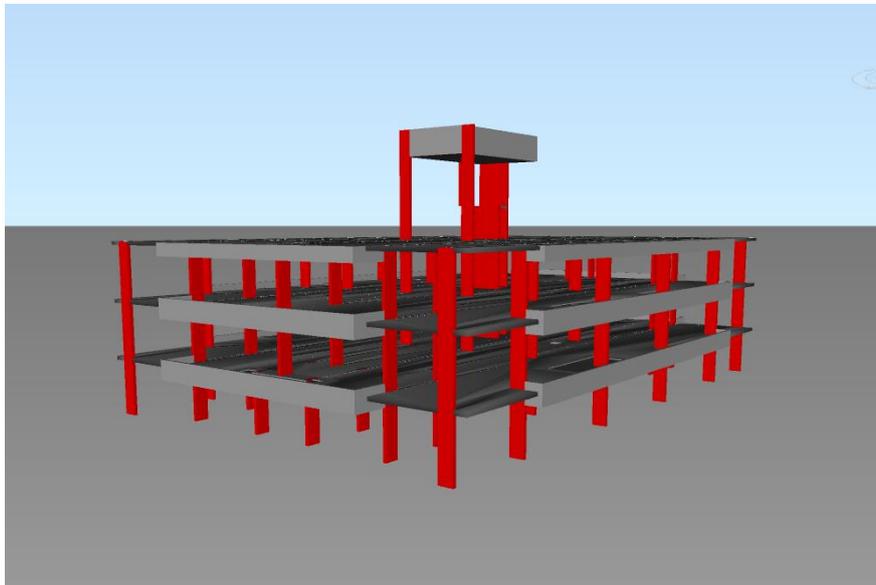
Prosseguindo para o arquivo estrutural esse que seria no sistema protendido, segundo Schmid (M. R. L., 2007, p. 33-35) a protensão de uma estrutura de concreto como uma tecnologia inteligente, eficaz e duradoura. Inteligente pelo fato de reduzir a quantidade de materiais devido ao aproveitamento da resistência mecânica do aço e do concreto. Duradoura pelo fato de precisar de pouca ou quase nenhuma manutenção ao longo da sua vida útil.

Empregou-se cordoalhas CP-190 para protender desse modo utilizando-se lajes maciças dispensando grande parte senão, todas as vigas do projeto conforme mostrado na Figura 03.

Ao verificar podemos notar que a arquitetura modelou as paredes em “modelo genérico” com 15 cm de espessura, porém os pilares possuem espessura de 20 cm que foi alinhado pela extremidade da parede e não

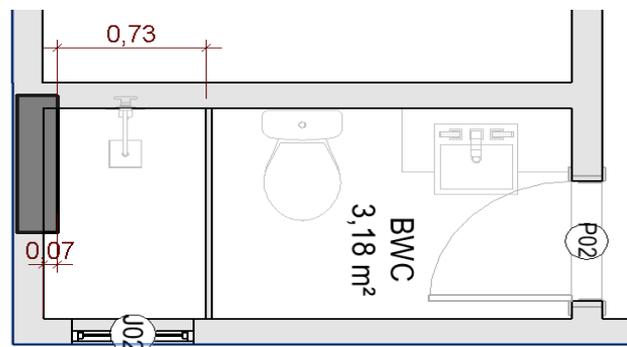
centralizados assim estrangulando os ambientes causando perdas de até 0,2 a 1 m² de área, e em alguns casos como os de banheiros podem acabar causando desconforto nos ambientes como mostra o exemplo abaixo Figura 04.

Figura 03 - Modelo estrutural.



Fonte: Estrutural fornecido pela empresa C (2022)

Figura 04 – Interferência pilar em ambiente



Fonte: Autor (2022)

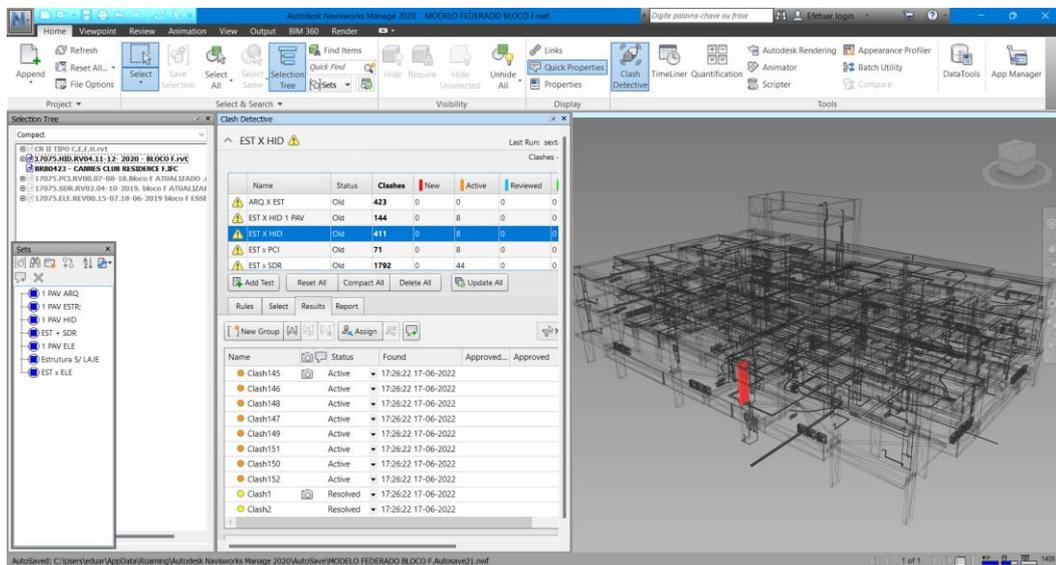
O próximo ponto a analisar seriam as vagas de estacionamento, porém na concepção do projeto foi dado uma atenção a elas e assim não foram prejudicadas pela estrutura, em resposta às situações já citadas nos ambientes, a solução proposta para esses itens seria uma modelagem executiva seguindo um padrão real de paredes, por exemplo 11,5 cm de tijolo de alvenaria mais 2 cm de reboco para assim adaptar de maneira fiel os ambientes. Visualmente validou-se as vigas de borda que se encontram padronizadas e atendendo

corretamente os forros e os rebaixos para sacadas na estrutura para auxiliar no caimento.

5.3. ESTRUTURA X HIDRÁULICO

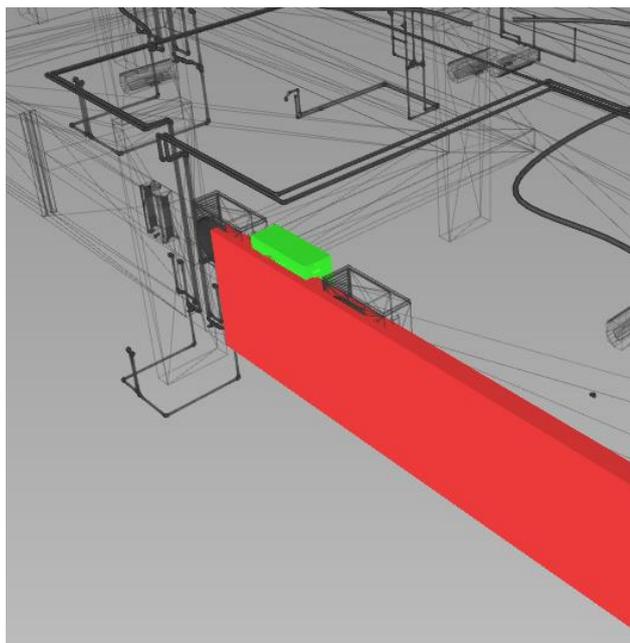
Analisando então as interferências entre estrutura e hidráulico com o uso do software encontramos 411 conflitos em uma estrutura onde não temos vigas e um número expressivo sendo grande parte desse número, casos de tubulações atravessando pilares, condensadoras localizadas em pilares e tubulações passando no mesmo local de pilares como mostra a Figura 05 e 06.

Figura 05 – Conflitos de estrutura e hidráulico.



Fonte: Autor (2022)

Figura 06 – Condensadoras localizadas sobre as vigas de borda.



Fonte: Autor (2022)

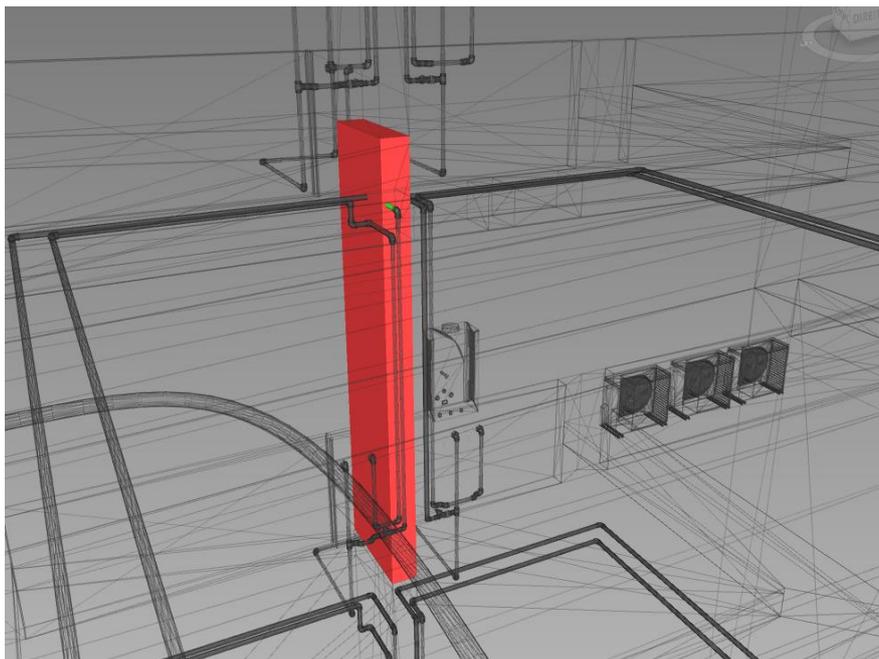
A falta de previsão da locação das condensadoras acarretou em uma decisão de obra para jogar todas para o telhado ou para os dutos de ventilação, o que em ambas as decisões se mostraram equivocadas, estando no telhado gerou um custo maior da tubulação de cobre que não estava previsto uma vez que foi replicado em seis blocos, já as que foram para os dutos de ventilação acabam reverberando barulho para dentro dos apartamentos o que gerou reclamações a equipe de pós obra.

Criando uma quebra nas vigas de borda para posicionar as condensadoras podendo e então fechar com brise poderia ser uma solução muito mais satisfatória e econômica.

Outro problema bem comum nessa obra é por conta da falta de previsão da arquitetura sobre os pilares, uma vez que a hidráulica foi feita utilizando-a como base e assim acabaram por ficar sobrepondo os pilares conforme exemplo na Figura 07.

Exigir e cobrar dos projetistas que estejam usando versão mais atual dos arquivos para modelagem evitaria situações de tubulações batendo em descidas hidráulicas.

Figura 07 – Tubulação em contato com pilares



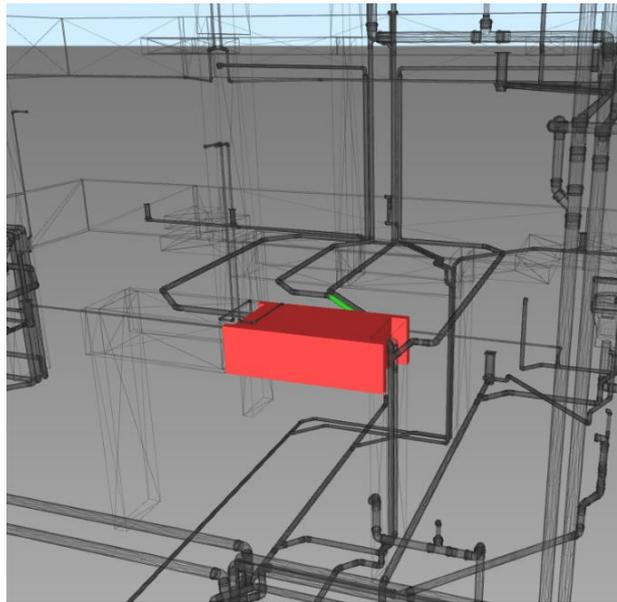
Fonte: Autor (2022)

5.4. ESTRUTURA X HIDRÁULICO

Já verificando as tubulações de sanitário e drenagem verificou-se inicialmente um grande número de interferências (1792) por não ter sido executado uma planta de passagens específica previamente, atividade que ficou por conta da própria mão de obra dos empreiteiros de executar no local, o que acarretou em passagens esquecidas ou erradas e por se tratar de uma laje protendida onde temos vários cabos passando internamente na laje, uma das correções de furos acabou-se acertando um desses cabos e assim por arreventá-los danificando a estrutura, sendo necessário efetuar a troca do mesmo gerando um custo de aproximadamente R\$ 2000,00 por cabo.

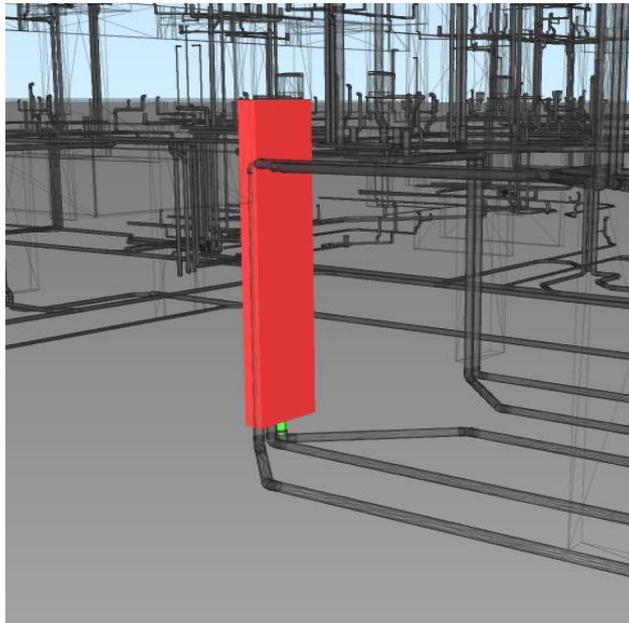
Com o auxílio do software para “ignorar as passagens não projetadas” ficamos com 259 interferências sendo eles em grande parte em prumadas onde passam desde tubulações de esgoto quanto de aproveitamento de águas da chuva passando por dentro de pilares como demonstrado na Figura 08 e tubulações atravessando blocos de transferência de pilares estruturais na Figura 09.

Figura 08 - Tubulação passando por bloco de transferência de pilares.



Fonte: Autor (2022)

Figura 09 – Prumada descendo dentro de pilares.



Fonte: Autor (2022)

Casos assim acabam por gerar descidas de tubulações mais deslocadas do padrão e em locais não previstos assim criando diferenças no alinhamento de paredes, esse tipo de problema não se apresenta durante a execução ficam como se foram “resolvidas em obra” porém a custo de perder áreas em

ambientes ou conflitar com alguma vaga de estacionamento, podendo ser evitado com a devida avaliação do modelo antes da modelagem executiva.

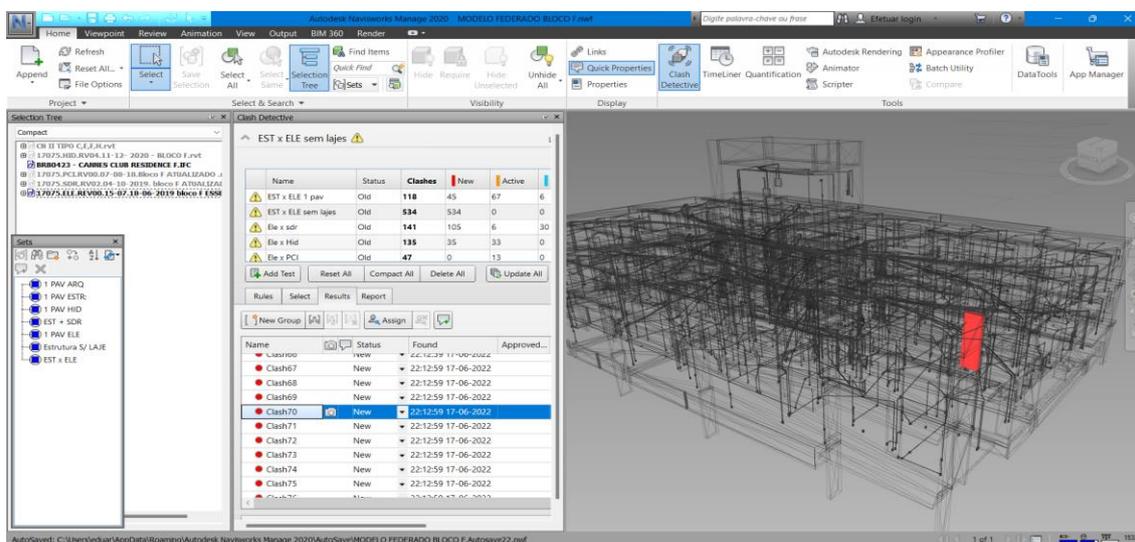
5.5. ESTRUTURA X PREVENTIVO

Executando então uma verificação de conflitos entre estrutura e preventivo contra incêndio não encontramos problemas notáveis por conta de o mesmo passar pelo contrapiso assim não afetando a estrutura, somente necessário uma atenção com as passagens da tubulação de distribuição entre pavimentos tanto de gás quanto do hidrante.

5.6. ESTRUTURA X ELÉTRICA

Prosseguindo para estrutura e distribuição elétrica obtivemos 534 interferências a grosso modo como demonstra na Figura 10, porém os casos são de eletrodutos atingindo pilares, e se tratando de eletrodutos corrugados flexíveis podendo assim facilmente ajustar os caminhamentos sem maiores custos ou danos, não são casos relevantes para analisarmos, se tratando de lajes protendidas temos grandes vãos entres os pilares assim evitando interferências nas caixas elétricas.

Figura 10 – Conflitos de estrutura e distribuição elétrica



Fonte: Autor (2022)

5.7. ELÉTRICA X SANITARIO

Já analisando interferências de instalações elétricas com as demais disciplinas verificamos que da parte de esgoto e drenagem obtivemos 105 conflitos como demonstra na Figura 11, sendo descidas e caixas elétricas batendo nas prumadas e junções hidráulicas Figuras 12 e 13.

Figura 11 - Clashes estrutura e distribuição de esgoto.

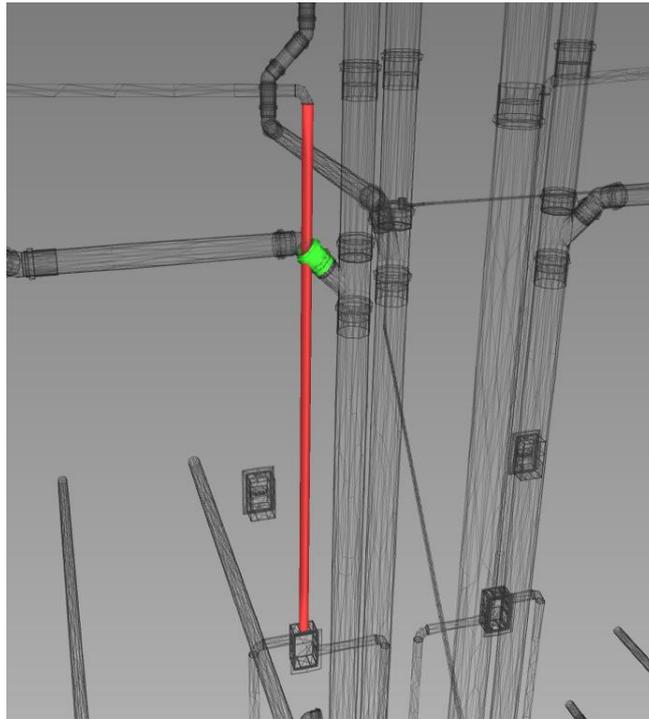
The screenshot displays the Autodesk Navisworks Manage 2020 interface. The 'Clash Detective' panel is active, showing a summary table of clashes. The table has columns for Name, Status, Clashes, New, and Active. The 'ELE x SDR' clash is highlighted in blue, indicating 105 new clashes.

Name	Status	Clashes	New	Active
EST x ELE 1 pav	Old	118	45	67
EST x ELE sem lajes	Old	534	534	0
ELE x SDR	Old	141	105	6
Ele x Hid	Old	135	35	33
Ele x PCI	Old	47	0	13

Below the summary table, a list of individual clash items is shown, including Clash23 through Clash32, all with a status of 'New' and a date of '00:52:50 18-06-2022'.

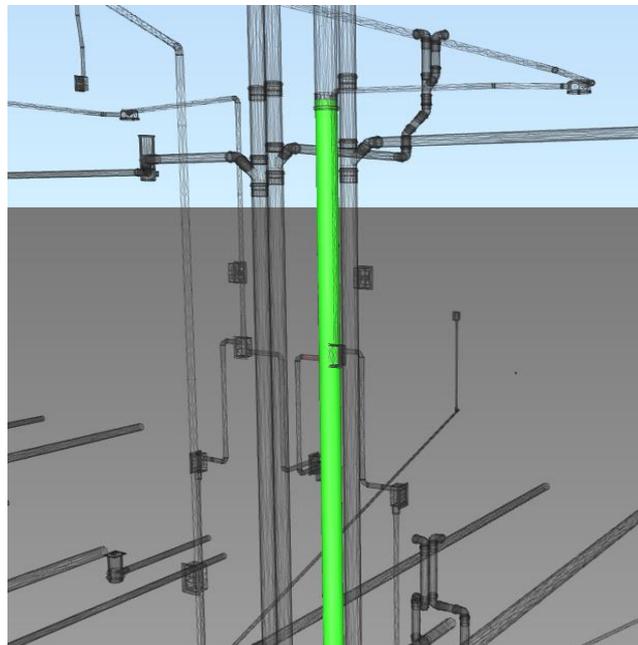
Fonte: Autor (2022)

Figura 12 – Descida elétrica interferindo na conexão de esgoto



Fonte: Autor (2022)

Figura 13 – Caixas passando pela prumada de drenagem



Fonte: Autor (2022)

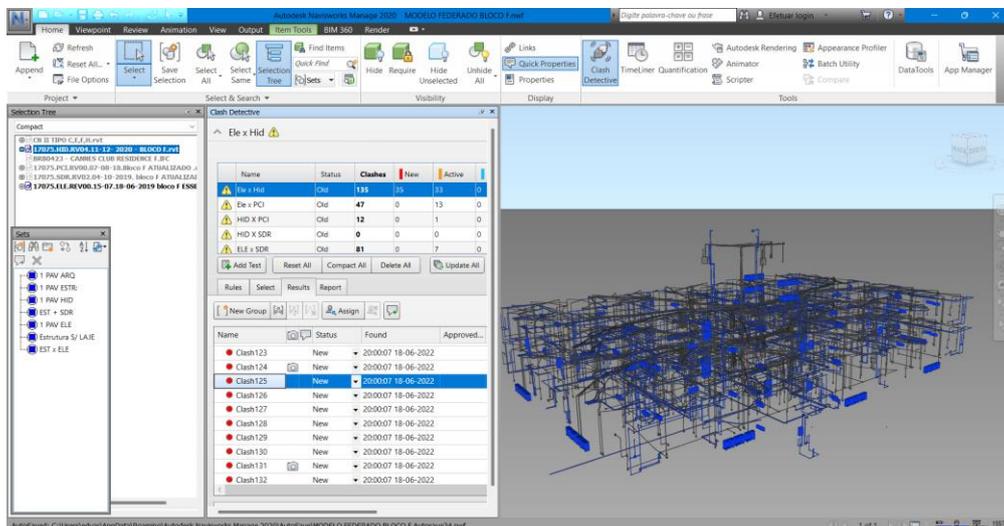
Por conta dessas descidas elétricas serem chumbadas na alvenaria temos maior facilidade em ajustar em loco não sendo esse um problema muito grave, porém esse deslocamento das descidas elétricas posteriormente pode

acabar afastando os pontos elétricos de sua locação inicial assim não satisfazendo a utilidade prevista.

5.8. ELÉTRICO X HIDRÁULICO

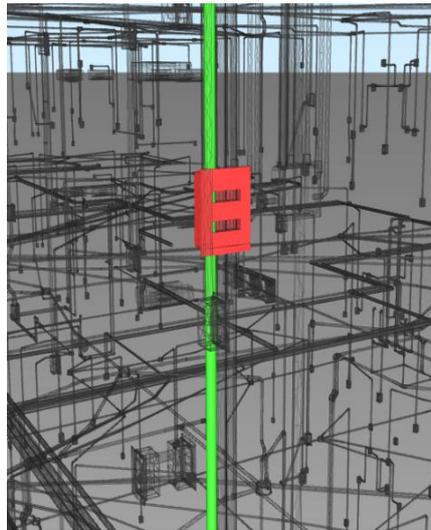
Seguindo com elétrica contra hidráulica encontramos 135 itens conflitantes, visíveis na Figura 14. Os principais pontos temos prumadas passando pelos quadros elétricos nos apartamentos demonstrado na Figura 15, conexões de hidráulica muito próximas de descidas de tomadas e caminhamentos de elétricas atravessando tubulações de climatização exemplo na Figura 16, devemos ter uma grande atenção quando se trata de elétrica e água fria pois principalmente nas conexões que podem ocorrer vazamentos gerando acidentes ou nas tubulações em conflito com a climatização podendo gerar alguma condensação assim possibilitando a água chegar a um ponto elétrico e causar algum tipo de curto assim danificando equipamentos.

Figura 14 – Conflitos da distribuição elétrica contra hidráulica.



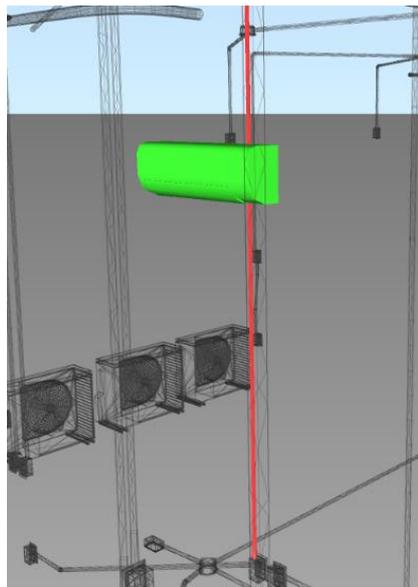
Fonte: Autor (2022)

Figura 15– Tubulação de água fria atravessando caixa de disjuntores



Fonte: Autor (2022)

Figura 16 – Eletroduto passando próximo a evaporadora



Fonte: Autor (2022)

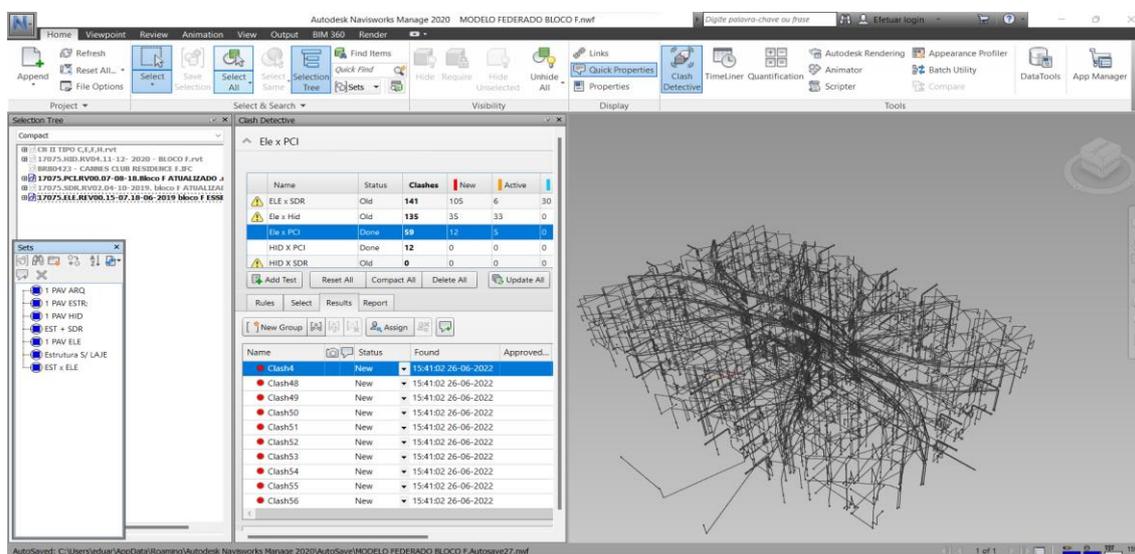
Pontos como esses demonstrados podem ser corrigidos na hora da execução, mas geram falta de padrão nas distribuições elétricas e hidráulicas, além de que a falta de atenção do profissional pode acabar passando a resultar nos problemas de segurança já descritos.

5.9. ELÉTRICA X PREVENTIVO

Verificando então a elétrica contra preventivo encontramos alguns pontos críticos, tubulações de elétrica em contato com tubos de gás, abrigo de medidores de gás e disjuntores próximos além do permitido em norma, no total temos 59 interferências demonstrados na Figura 17.

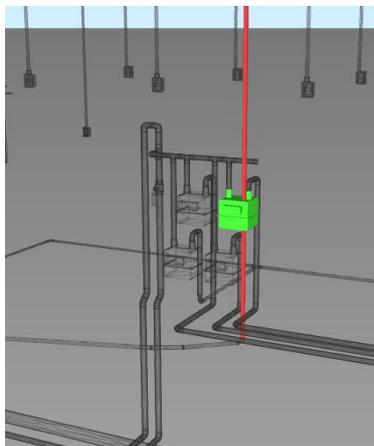
Porém como citado alguns itens em desacordo com as normas dos bombeiros IN Nº 8 Seção III Art. 46 IX – compartimento de equipamento ou dispositivo elétrico, Figuras 18 e 19.

Figura 17 – Conflito de distribuição elétrica contra preventivo de incêndio.



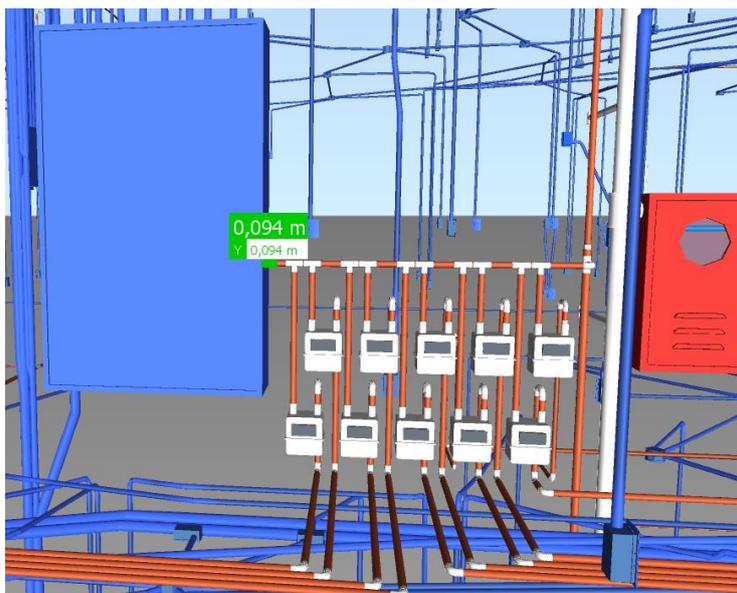
Fonte: Autor (2022)

Figura 18 – Tubulação elétrica em conflito com os medidores de gás.



Fonte: Autor (2022)

Figura 19 – Caixa de medidores elétricos muito próxima aos medidores de gás.



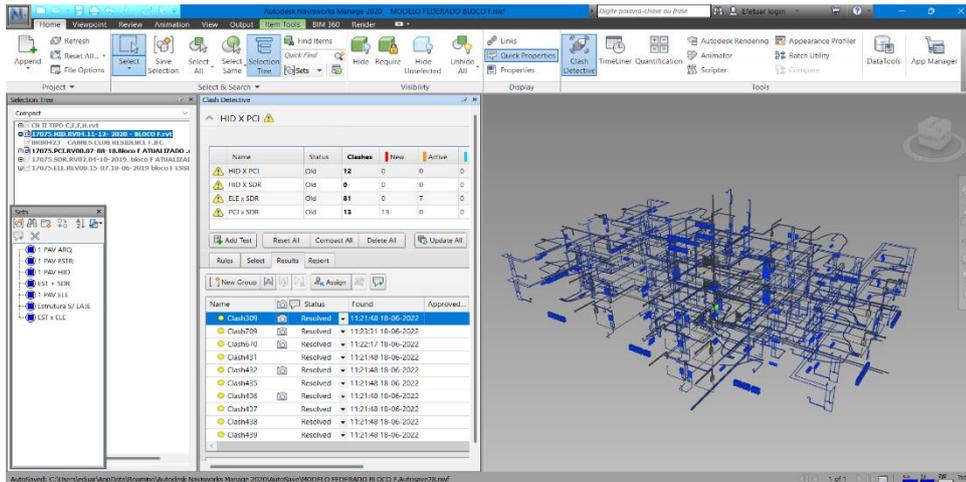
Fonte: Autor (2022)

Sendo necessário então um afastamento mínimo de 30 cm de dutos de gás entre cabos de eletricidade para atender as normas, sendo ponto grave quando for feita as vistorias finais além de possibilitar riscos as de incêndio e explosões. Validar a locação correta dos medidores de gás, água e os disjuntores elétricos são um dos primeiros pontos que devemos validar ao iniciar o processo de compatibilização de um projeto para assim as distribuições partirem de um ponto correto.

5.10. HIDRÁULICO X PREVENTIVO

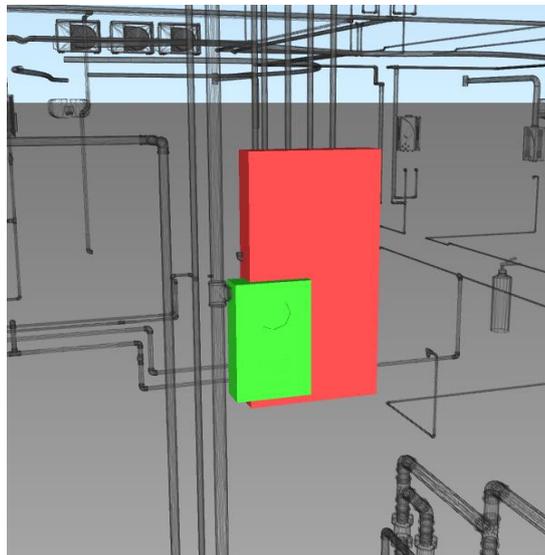
Verificando então os conflitos entre a hidráulica e o preventivo encontramos 12 conflitos como mostra a Figura 20. Sendo problemas entre abrigos de hidrante localizados na mesma posição de medidores de água fria Figura 21, tubulações de água passando por tubos de exaustão dos aquecedores de passagem ambos ocorrendo em todos os andares Figura 22, sendo necessário serem realocados mudando grande parte da distribuição dos da tubulação.

Figura 20 - Conflitos hidráulico contra preventivo.



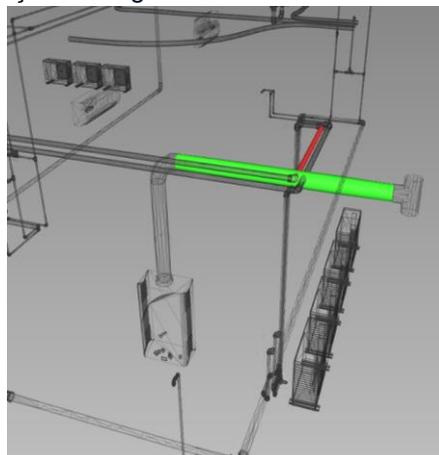
Fonte: Autor (2022)

Figura 21 – Conflito entre o abrigo de medidores de água fria e hidrante.



Fonte: Autor (2022)

Figura 22 – Tubulações de água fria conflitando com dutos de exaustão.

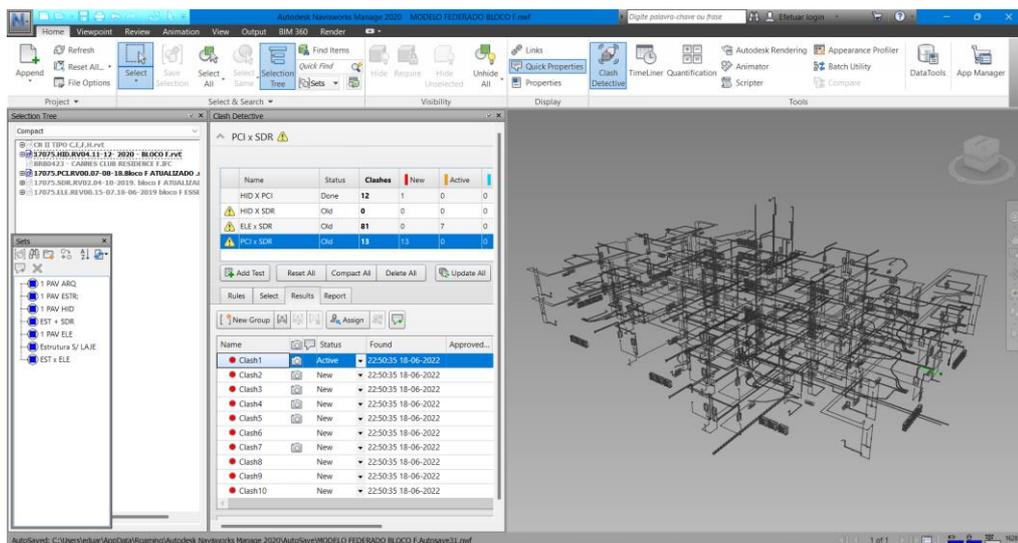


Fonte: Autor (2022)

5.11. PREVENTIVO X SANITARIO

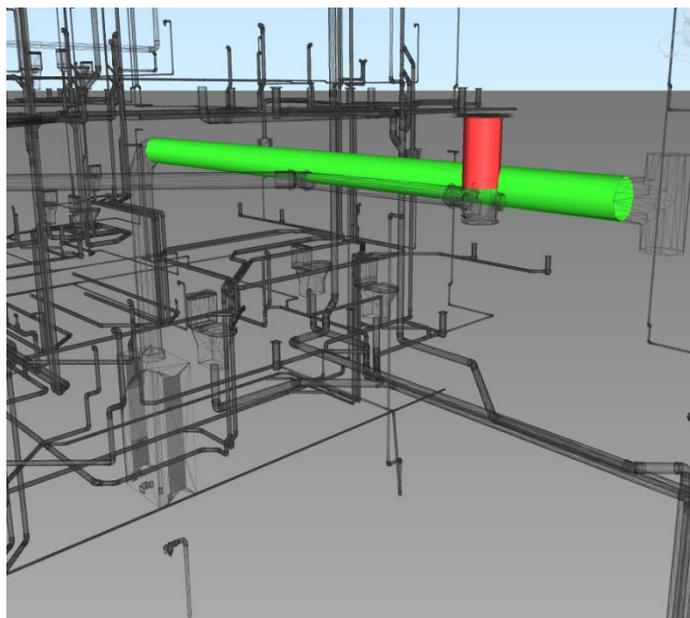
Foi identificado mais 13 itens interferindo entre instalações de prevenção e as tubulações de sanitário e drenagem, Figura 23. Os casos são nas caixas sifonadas das sacadas passando na mesma locação dos dutos de ventilação dos aquecedores, disponível na Figura 24, sendo necessário a realocação dos mesmos.

Figura 23 – Conflito do preventivo conta sanitário e drenagem.



Fonte: Autor (2022)

Figura 24 – Caixas sifonadas conflitando com o duto do aquecedor



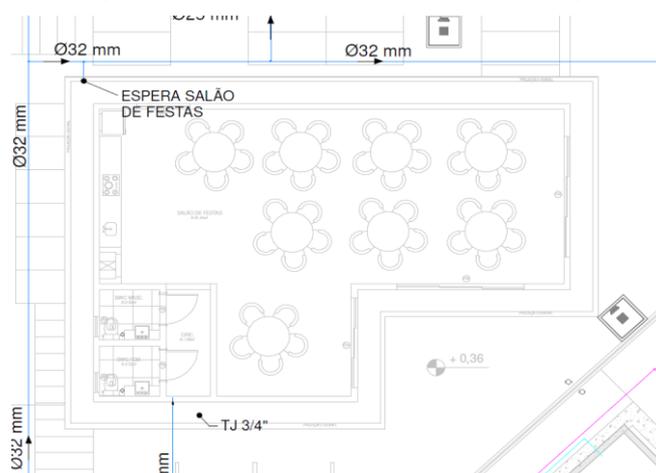
Fonte: Autor (2022)

As interferências entre as demais disciplinas contra o preventivo resultou na necessidade de mudanças nas localizações de vários itens como os abrigos de hidrante, caminhamentos de tubulação de gás e exaustores, por conta disso se viu necessário solicitar uma reaprovação do projeto de prevenção contra incêndio para informar as alterações ao corpo de bombeiros para assim não ter problemas na conferência final quando for solicitado o habite-se, assim gerando taxas de modificação de projeto, e análise de projeto no corpo de bombeiros.

5.12. EXTERIORES

Não foram encontrados projetos específicos para o salão de festas, somente as distribuições enterradas até a estrutura, como mostra a Figura 25.

Figura 25 – Projeto hidráulico de implantação



Fonte: Disponibilizado pela empresa A (2019)

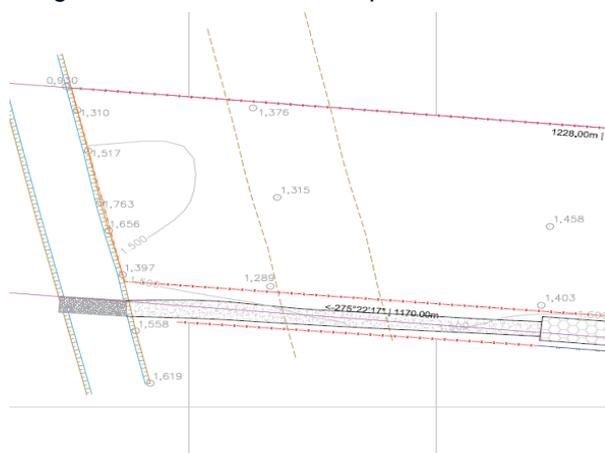
Se tratando de uma estrutura pequena e em concreto armado tem maior facilidade de executarem as outras atividades de engenharia mesmo sem projetos, é de costume da construtora responsável trabalhar com base no conhecimento prático dos empreiteiros e executar as menores obras por conta, porém isso acaba criando uma imprecisão nas atividades executadas tanto em orçamento quanto em qualidade da entrega, e gerando assim necessidade de as *built* (como foi construído) para garantir na entrega final onde está passando cada tubulação e prumada seja ela elétrica, hidráulica, climatização ou até mesmo de gás.

A casa de gás segue com o dimensionamento sugerido pela empresa de engenharia, obedecendo as normas vigentes do corpo de bombeiros de Florianópolis (SC), complementares relacionados a piscina não tiveram interferências na execução utilizando a modalidade de furação após estrutura executada assim facilitando a correção de erros, porém esses que poderiam ser previstos para evitar mais um serviço e custo desnecessário.

Os projetos com maiores caminhamentos de tubulação movidos por gravidade como drenagem e aproveitamento de águas das chuvas seguem com pequenos pontos de *clashes*, como as caixas muito próximas umas das outras, dificultando a execução tanto da caixa quanto a infraestrutura hidráulica, não chegando a ser problemas graves, mas que podem ser previstos em projeto para não gerar erros de quantitativo, e otimizar o tempo de execução.

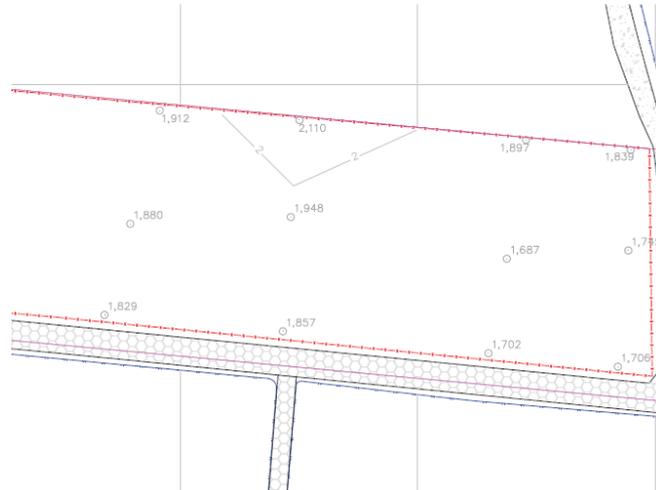
Quando verificamos os caimentos das tubulações enterradas foi encontrado um grande problema por não ter sido considerada a topografia e a extensão do projeto, Figuras 26 e 27.

Figura 26 – Extremidade esquerda do terreno



Fonte: Topografia fornecida pela empresa C (2016)

Figura 27 - Extremidade direita do terreno



Fonte: Topografia fornecida pela empresa C (2016)

Analisando a topografia notamos que a extremidade mais à direita está com as cotas mais elevadas que da extremidade esquerda, notamos uma diferença de nível considerável no terreno.

Dessa forma para que as tubulações tenham a suas devidas inclinações mantendo seu caimento por gravidade deve ser considerada a cota inicial e a cota final da tubulação até as caixas de destino final. Assim a estação de tratamento deveria estar localizada na extrema esquerda visando atender todos os blocos somente com caixas de passagem, porém o mesmo não foi previsto.

Sem considerar o desnível do terreno tivemos um grande problema com as entradas e saídas da ETE (Estação de Tratamento de Efluentes) que foi dimensionada e locada centralizada, que por conta do desnível entre as metades dos terrenos não se conseguiu criar um caimento por gravidade aceitável, assim sendo necessário enterrar mais a estação para as tubulações chegarem até ela porém isso acaba causando dois tipos de problemas, na outra metade da rede de esgoto sendo a extremidade do terreno a 61,1 m da estação considerando caimentos a 1% geram uma cota de tubulação muito profunda, assim tornando inviável por conta da diferença de nível e por estar afundada ela não conseguiria jogar o esgoto tratado na rede pluvial que passava na via e geraria muitos custos de execução caso executada muito profunda.

Sem muito planejamento prévio nessa situação foi decidido inicialmente construir estações elevatórias para os resíduos e assim vencer o desnível, porém recebemos em obra que a cada cinco anos o rio próximo ao terreno sofre uma cheia por conta das chuvas e acaba alagando a região. Então foi decidido em

obra elevar em 50 cm os três blocos à esquerda para manter toda tubulação por gravidade tentando prevenir esse problema.

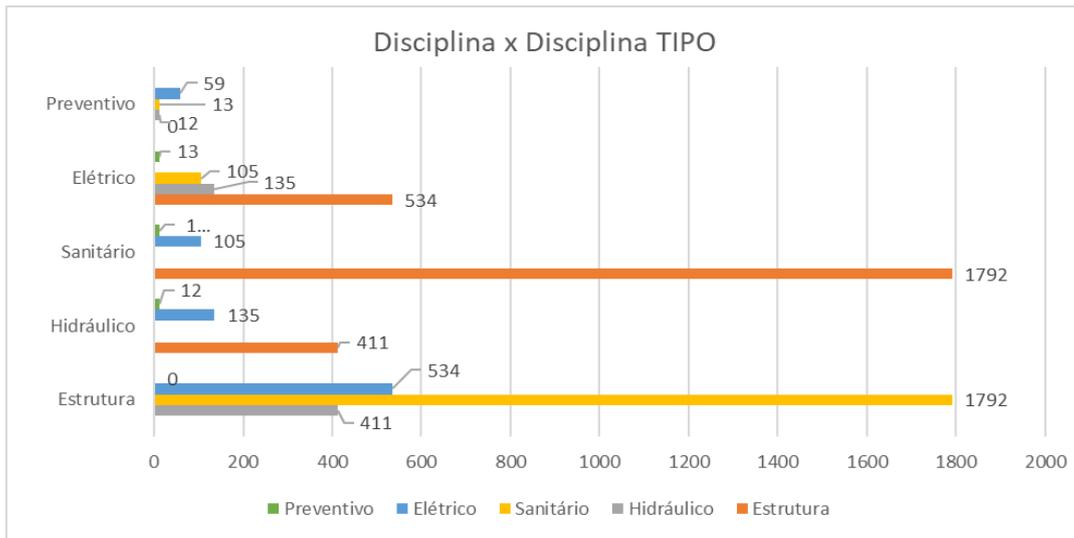
Contudo essa elevação que a princípio se mostrou como uma solução muito satisfatória gerou custos não planejados, com as fundações em estacas hélices continua já executadas assim foi necessário ajustar a diferença mudando os blocos de fundação aumentando muito os gastos com concreto, aço e formas de madeira.

Com a criação do desnível temos também a criação de cortinas de contenção para segurar essa a elevação da área, foram executados 270 m de cortinas de concreto armado para contenção de solos com 20 CM de espessura gerando um gasto aproximado de 27 m³ de concreto e 3240 kg de aço, além da compra de solo para aterro a área elevada tem aproximadamente 4000 m² ou 2000 m³ de material.

5.13. RESULTADOS

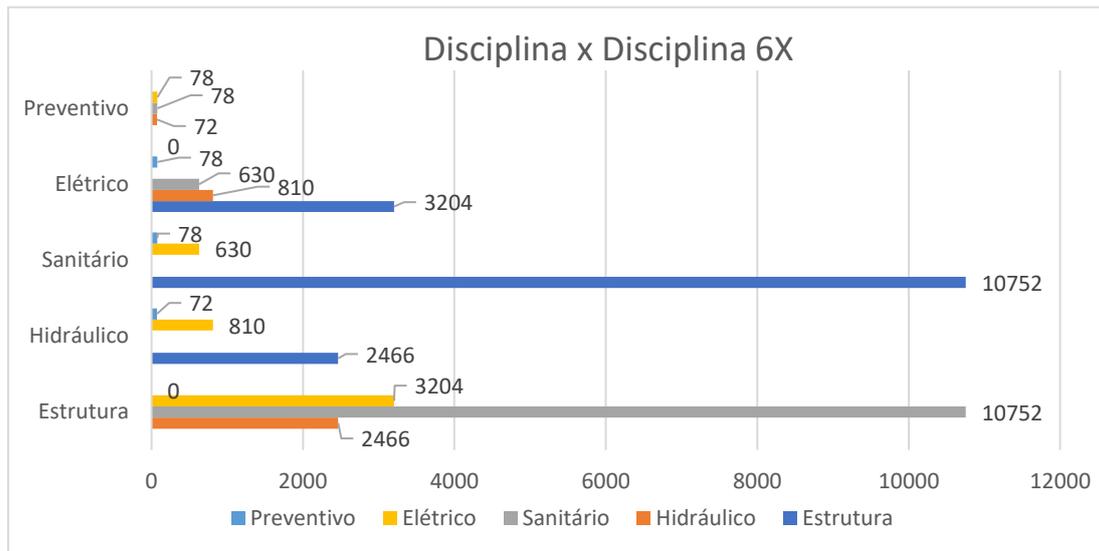
Analisando então todos os pontos de conflito citados como no levantamento da Figura 28 que podemos ver que em um comparativo de uma disciplina com a outra, obtivemos alguns números interessantes sendo muitos os conflitos referentes à estrutura e o sanitário (1792) por conta do problema com a planta de passagem, que se replicando para 6 blocos como mostra do Figura 29 chegam a um total 10752 pontos, esses que causam uma series de imprevistos na execução da obra, tanto em valores financeiros quanto no tempo de execução uma vez que deve ser tomado um tempo para análise do problema e então solução, que se vê necessário uma atualização de projeto que pode demorar semanas, assim desordenando as atividades de planejadas da obra.

Figura – 28 Conflitos levantados para torre tipo.



Fonte: Autor (2022)

Figura – 29 Conflitos levantados para todo o empreendimento.



Fonte: Autor (2022)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse artigo foi demonstrado alguns dos muitos problemas encontrados em uma obra muito horizontal com várias torres iguais. Analisando os pontos levantados, conseguimos ver que existem sim problemas causados pela falta de compatibilização e pela falta de informação adquirida pelo modelo 2D que foi entregue para construção, uma vez que por conta da dificuldade de visualização dos projetos de forma integrada e como um todo como possuímos com a modelagem 3D resultou em várias interferências. Gerando assim custos imprevistos, incertezas e demasiados erros nos quantitativos assim o tornando infiel é inviável prejudicando também o orçamento criado para execução da obra,

Levando em consideração que temos seis torres todas replicando os mesmos problemas podemos levantar os valores totais de pontos de conflito totalizando 18090 itens conflitantes em todos os projetos de engenharia. Ou seja, 18090 possíveis problemas que vão ter soluções não previstas e nem sempre solucionadas da mesma maneira. Com alguns desses pontos como os medidores de gás em conflito com o elétrico um caso muito grave gerando risco de vida. Uma vez que por ser comandada em várias frentes a execução das atividades é difícil para o profissional vistoriar todos os pontos e garantir que se tenha o mesmo resultado na primeira e na última torre.

Isso reforça como é importante ter um projeto executivo que mostre a realidade do que vai ser executado e que tenha sido validado, passando por um processo de compatibilização verificando ponto a ponto, disciplina a disciplina analisando se os problemas são válidos ou não e se vão acarretar problemas maiores futuros assim possibilitando a todos os envolvidos tanto na fase de projeto como na construção um maior e mais facilitado entendimento do serviço final a ser entregue.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, “NBR 5410: Instalações elétricas em baixa tensão”, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, “NBR 15965-7: Sistema de Classificação da informação da construção – Parte 7 Informação da construção”, 2016.

Autodesk Help: Knowledge Network Navisworks. Autodesk Inc. 2021. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/navisworks-products?p=NAV&sort=score&page=1&p_disp=Produtos%20Navisworks> Acesso em 19 jun. 2022.

Deepak, Maini; Autodesk Navisworks 2020 for BIM/VDC Managers. Independently Published, 2019.

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

GASPAR, João Alberto da Motta. **A evolução do significado atribuído ao acrônimo BIM: Uma perspectiva no tempo**. 2017. Universidade de Campinas. Disponível em: http://papers.cumincaad.org/data/works/att/sigradi2017_068.pdf. Acesso em: 27 jun. 2022.

ISO 12006-2:2015. Building Construction_ Organization about information of construction works – Part 2: Framework for classification. Suíça. 2015. Disponível em: < <https://www.sis.se/api/document/preview/918832/>>. Acesso em: 19 jun. 2022.

KORMAN, Thomas M.; TATUM, C. B. Computer Tool for Coordinating MEP Systems. In: Proceedings of the Computing in Civil and Building Engineering (2000). ASCE California, United States, 2000. p. 1172-1179.

MACHADO, Fernanda A.; RUSCHEL, Regina C. SCHEER, Sergio. Análise bibliométrica da produção brasileira de artigos científicos na área de BIM. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

NARDELLI, Eduardo Sampaio; TONSO, Lais Guerle. **BIM – Barreiras institucionais para a sua implantação no Brasil.** 2014. SIGRADI 2014. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/sigradi2014/0082.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2022.

SANTOS, Roberto Barbosa dos. **Avaliação da Aplicação da Teoria das Restrições no Processo de Planejamento e Controle da Produção de Obras de Edificação.** 2001. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre

SUCCAR, Bilial: Building Information Modeling Framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

SCHMID, M. R. L. Concreto protendido: por que protender uma estrutura de concreto? Revista Concreto & Construções, São Paulo, v. 34, n,45 p. 33-36, jan./fev./mar. 2007. Disponível em <https://pt.scribd.com/doc/130571024/Revista-Concreto-45>>. Acesso em: 26 de junho de 2022.

THÓRUS ENGENHARIA (Brasil). **Tudo sobre BIM: o que é, ferramentas e por onde começar [2020]**. 2020. Disponível em: <https://thorusengenharia.com.br/o-que-e-bim/#:~:text=Em%201974%20surgiu%20o%20primeiro,Sistema%20de%20Descri%C3%A7%C3%A3o%20da%20Constru%C3%A7%C3%A3o>.. Acesso em: 26 jun. 2022.

RILEY, D. R.; HORMAN, M. J. Effects of design coordination on project uncertainty. In: Proceedings of the 9th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-9), Singapore. 2001.