

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ HENRIQUE BERNARDES GONÇALVES

JOÃO MARCOS RABELO

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: ANÁLISE EM
EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE GRANDE PORTE**

ANÁPOLIS / GO

2021

JOSÉ HENRIQUE BERNARDES GONÇALVES
JOÃO MARCOS RABELO

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: ANÁLISE EM
EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE GRANDE PORTE

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO
AO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA

ORIENTADORA: KÍRIA NERY ALVES DO ESPIRITO
SANTO GOMES

ANÁPOLIS / GO: 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

GONÇALVES, JOSÉ HENRIQUE BERNARDES, RABELO, JOÃO MARCOS

Compatibilização de projetos: análise em edifício residencial de grande porte

54P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2021.

TCC - UniEVANGÉLICA

Curso de Engenharia Civil.

1. Compatibilização de Projetos	2. Projetos
3. Análise Prévia	4. Economia
I. ENC/UNI	II. Bacharel

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GONÇALVES, José Henrique Bernardes; RABELO, João Marcos. Compatibilização de projetos: análise em edifício residencial de grande porte. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 54p. 2021.

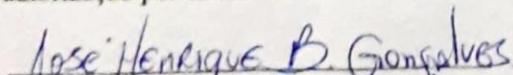
CESSÃO DE DIREITOS

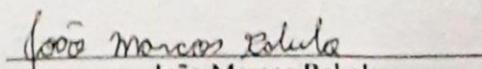
NOME DO AUTOR: José Henrique Bernardes Gonçalves
João Marcos Rabelo

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:
Compatibilização de projetos: análise em edifício residencial de grande porte

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2021

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.


José Henrique Bernardes Gonçalves
E-mail: zehenrique16.30@gmail.com

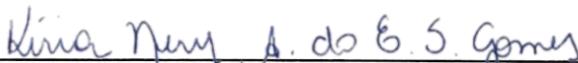

João Marcos Rabelo
E-mail: joaomrcs@hotmail.com

JOSÉ HENRIQUE BERNARDES GONÇALVES
JOÃO MARCOS RABELO

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: ANÁLISE EM
EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE GRANDE PORTE

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL

APROVADO POR:



KÍRIA NERY ALVES DO ESPÍRITO SANTOS GOMES, Mestra
(UniEVANGÉLICA)
(ORIENTADORA)



JULIANA SIMAS VASCONCELLOS, Mestra (UEG)
(EXAMINADORA EXTERNA)



ROGÉRIO SANTOS CARDOSO, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 28 de MAIO de 2021.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por ter me dado saúde, força e sabedoria para superar as dificuldades e concluir este trabalho, à faculdade que tanto somou ao meu conhecimento, contribuindo com meu desenvolvimento profissional e intelectual, à minha orientadora pelo suporte e apoio que foram de suma importância nessa fase primordial da minha vida acadêmica, aos meus pais e familiares pelo apoio, amor e compreensão desde o início dessa jornada, e por fim, a todos aqueles que contribuíram, de forma direta e indireta, com a conclusão deste trabalho, que tão importante é para a conclusão de mais uma etapa da minha vida.

José Henrique Bernardes Gonçalves

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por ter me dado sabedoria para superar as dificuldades e concluir este trabalho. À minha orientadora pelo suporte e apoio que foram de suma importância nessa fase primordial da minha vida acadêmica. Aos meus pais e familiares pelo apoio, amor e compreensão desde o início dessa jornada. E por fim, a todos aqueles que contribuíram, de forma direta e indireta, com a conclusão deste trabalho, que tão importante é para a conclusão da minha graduação.

João Marcos Rabelo

RESUMO

No canteiro de obras é bastante comum a recorrência de interferências entre suas disciplinas, visto que as incorporadoras contratam vários projetistas diferentes e na maioria dos casos os mesmos não veem os projetos uns dos outros para conferir se a tubulação de esgoto está passando dentro de um pilar por exemplo. A recorrência destes problemas acabava por gerar prejuízos financeiros e atrasos na execução de obras, o que por sua vez tornava-se um empecilho cada vez mais difícil de ser ignorado por empresários e gestores da construção civil. A fim de resolver este problema no final da década de 80 início dos anos 90 deu se origem a compatibilização de projetos, tecnologia essa que consistia em sobrepor várias disciplinas de projeto com a finalidade de localizar e modificar possíveis interferências. Tem-se como objetivo neste trabalho detalhar todo processo de compatibilização, desde de a cotação de valores de projeto, até a entrega no canteiro de obras. O processo a ser detalhado acompanha o que há de mais recente na tecnologia BIM, levando em consideração toda otimização de resultado possíveis até o momento. Todo o processo de compatibilização e como o mesmo funciona em obras residenciais multifamiliares de grande porte, é atualmente o maior campo de atuação da compatibilização, logo torna-se o melhor alvo para o estudo de caso, justificando então a escolha pelo estudo de caso no empreendimento Terra Mundi Eldorado, localizado em Goiânia Goiás. Ao final das pesquisas e análise dos resultados foi possível concluir as vantagens que o processo de compatibilização proporciona sendo elas, a economia financeira, melhor interpretação de detalhamentos, menor quantidade de interferências no canteiro e melhor assertividade de cronograma.

PALAVRAS-CHAVE:

Compatibilização. BIM. Projetos. Gestão. Coordenação.

ABSTRACT

It is very common in medium and large-sized projects to show interference between their disciplines, since developers incorporate several different designers and, in most part, could do not see each other's projects to check if the sewer pipe is passing inside a building pillar, for example. The recurrence of these problems ended up generating financial losses and delays in the execution of the project, which in turn became an increasingly difficult obstacle to be ignored by businessmen and construction managers. In order to solve this problem at the end of the 80's, beginning of the 90's, project compatibility was created, a technology that consisted of overlapping several design disciplines in order to locate and modify possible interferences. The objective of this thesis is to detail the whole compatibility process, from the quotation of project values, to the delivery at the construction site. The process to be detailed follows the latest in BIM technology, taking into account all possible result optimization to date. The whole process of compatibility and how it works in large multifamily residential works, is currently the largest field of action for compatibility, so it becomes the best target for the case study justifying the choice for the case study in the Terra Mundi Eldorado project, located in Goiânia Goiás. At the end of the research and analysis of the results, it was possible to conclude the advantages that the compatibility process provides, namely, financial savings, better interpretation of details, less interference in the construction site and better schedule assertiveness.

KEYWORDS:

Compatibility. BIM. Projects. Management. Coordination.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo de desenvolvimento de projetos	15
Figura 2 – Origens de problemas patológicos das construções	16
Figura 3 – Ciclo de vida BIM	22
Figura 4 – Dimensões do BIM	25
Figura 5– Detalhe de instalações elétricas	30
Figura 6 – Obstrução do concreto pelos condutos de elétricos	30
Figura 7 – Interferência tubulação/paredes	31
Figura 8 – Interferências viga/tubulação	31
Figura 9 – Interferência entre pilar e tubulação de água fria	32
Figura 10 – Novo traçado da tubulação proposto	32
Figura 11 – Compatibilização completa	33
Figura 12 – Projeto corrigido interferências identificadas	36
Figura 13 – Localização do empreendimento.....	36
Figura 14 – Fachada Terra Mundi Eldorado.....	37
Figura 15 – Fachada Terra Mundi Eldorado Lazer	37
Figura 16– Posição da implantação Terra Mundi Eldorado Lazer	38
Figura 17 – Detalhe compatibilização corte banheiros apartamento final 4	38
Figura 18 – Detalhe compatibilização planta baixa banheiros apartamentos final 3 e 4....	40
Figura 19 – Detalhe compatibilização planta baixa cozinha apartamento final 4	40
Figura 20 – Detalhe compatibilização corte cozinha apartamento final 4.....	40
Figura 21 – Detalhe compatibilização banheiro apartamento final 1	41
Figura 22– Detalhe compatibilização banheiros apartamentos final 1 e 2	41
Figura 23 – Detalhe compatibilização cozinha apartamentos final 1 e 2.	41
Figura 24 – Detalhe compatibilização planta baixa banheiros apartamentos final 5 e 6....	43
Figura 25 – Detalhe compatibilização corte banheiro apartamentos final 5.....	43
Figura 26 – Detalhe compatibilização corte lavabos apartamentos final 5 e 6.....	44
Figura 27 – Detalhe compatibilização corte laje técnica apartamentos final 5 e 6.....	44
Figura 28– Detalhe compatibilização corte cozinha apartamentos final 5 e 6	45
Figura 29 – Pagina inicial autodoc	45
Figura 30 – Pasta arquitetura autodoc	46
Figura 31 – Carimbo projeto arquitetônico	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Modificação em projetos	33
--	----

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
BIM	Building Information Modeling
PERT-COM	(Program Evaluation and Review Technique / Critical Path Method),

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA	12
1.2 OBJETIVOS	12
1.2.1 Objetivo geral	12
1.2.2 Objetivos específicos	12
1.3 METODOLOGIA.....	13
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 PROJETO	14
2.2 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	15
2.2.1 A importância da compatibilização dos projetos	18
2.2.2 Coordenação de projetos	19
2.2.3 Qualidade dos projetos desenvolvidos	20
2.3 FERRAMENTAS PARA COMPATIBILIZAÇÃO.....	21
2.3.1 Exemplos de softwares mais utilizados	23
2.4 OS SUBNIVEIS DO BIM.....	24
2.5 GESTÃO DE PROJETOS COM BIM	26
2.5.1 Gestão de obras com BIM	27
2.6 EXEMPLO DE COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE PROJETOS	28
2.6.1 Compatibilização entre projetos de instalações, arquitetônico e estrutural	29
3 ESTUDO DE CASO	34
3.1 PLANEJAMENTO E FASE ANTE PROJETO.....	34
3.1.1 Viabilidade	34
3.1.2 Aprovação	35
3.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS	35
3.3 PROCESSO DE CORREÇÃO DE PROJETO.....	36
3.4 VANTAGENS NA REALIZAÇÃO DA COMPATIBILIZAÇÃO	48
4 CONCLUSÃO	49
4.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	50
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Graziano (2003) a compatibilização de projetos nada mais é do que identificar se componentes dos diversos sistemas ocupam espaços conflitantes entre si na previsão de execução, na tentativa de garantir assim que todos os dados e informações dos projetos tenham conexão.

Durante a execução dos projetos de um empreendimento, diversos projetistas são contratados e trabalham, normalmente, ao mesmo tempo para desenvolver os projetos complementares necessários para a realização da obra, sendo necessários que todos esses trabalhem juntos, compartilhando ideias e soluções com o intuito de reduzir as incertezas e com a maior possibilidade de garantir o acerto (NOVAES, 1998).

Comumente se vê no mercado da construção civil empreendimentos em andamento com seus projetos sendo executados e revisados em paralelo. Tal situação traz consigo a problemática de se ter, por exemplo, componentes do sistema elétrico, como uma tomada, descendo em paredes estruturais ou em vão de esquadrias. Aparentemente são erros grosseiros que não devem acontecer em um processo tão importante da realização de uma obra, entretanto este só é evitado através do desenvolvimento de projetos prévio a execução e através da compatibilização dos mesmos.

Mesmo não sendo aplicada em todos as construções, a compatibilização de projetos de engenharia é uma tendência, e extremamente importante. A construção de qualquer edificação necessita de uma série de projetos – estrutural, instalações hidrossanitários, instalações elétricas, arquitetônico, instalações de gás, entre outros, e em grande parte estes projetos são elaborados por projetistas distintos, o que enfatiza a necessidade da compatibilização, aumentando a probabilidade de interferências durante a fase executiva da construção.

De acordo com Nascimento (2014), a ausência da compatibilização dos projetos acarreta perdas na construção civil, fato que acontece com frequência e é em sua maioria ligada ao desperdício de materiais, máquinas, equipamentos, mão de obra e capital gasto além do necessário para a construção do empreendimento. Neste caso, as perdas incluem tanto a incidência de gasto de material quanto à realização de trabalhos inúteis que acarretam custos extras e não oferecem valor final. Logo, essas perdas são decorrência de um processo de baixa qualidade, que apresenta como resultado não só um aumento de custos, como também uma peça final de má qualidade. Às vezes causados por processos que poderiam ser contidos fosse um estudo mais vasto na formação dos projetos e fossem seguidos de uma compatibilização correta.

1.1 JUSTIFICATIVA

No ramo da construção civil a incidência do retrabalho é devido à falta de profissionais qualificados em compatibilização de projetos, e devido a negligências e tomadas de decisões de execução dentro do canteiro de obras. E, isto gera inúmeras consequências, como perda de qualidade de execução, prazos e principalmente custos excessivos e desnecessários.

De acordo com Franco e Agopyan (1993), é na elaboração dos projetos que tomadas de decisões importantes são realizadas, às quais refletem em custo, velocidade, qualidade e eficiência na realização dos serviços. Ao identificar tal fato, a construção civil tem buscado novos profissionais e métodos para realizar tal atividade antecedente ao início da realização dos empreendimentos.

Para Fruet e Formoso (1993) diversos problemas podem aparecer na elaboração dos projetos ainda, dentre eles pode-se citar: incompatibilidade entre projetos diferentes, falhas de cotas, níveis e alturas, falta de um melhor detalhamento ou um detalhamento inadequado para execução e falta de especificação de materiais, ferramentas e métodos executivos, onde tais problemas podem ser evitados quando se realiza a compatibilização dos projetos antes da execução.

Sendo assim, este trabalho justifica-se pela importância da realização da compatibilização, garantindo uma maior eficiência a construção das edificações, sendo que este poderá ser de grande valia área de engenharia civil, onde ainda há profissionais que não compreendem a importância de se realizar a compatibilização antes da realização da edificação.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem por objetivo demonstrar a razão pela qual os engenheiros, arquitetos e as organizações atuantes no ramo de construção civil tem optado cada vez mais por projetar suas edificações utilizando as ferramentas de compatibilização de projetos e quais as vantagens de se fazer tal compatibilização antes de iniciar os serviços de obra.

1.2.2 Objetivos específicos

- Apresentar conceitos de compatibilização de projetos;

- Levantar a importância da realização da compatibilização dos projetos previamente;
- Realizar um estudo de caso avaliando os principais problemas gerados em uma obra, de um prédio residencial pela incompatibilidade entre os projetos;
- Demonstrar as vantagens encontradas acerca da realização da compatibilização de projetos de forma prévia à execução dos empreendimentos.

1.3 METODOLOGIA

Após o levantamento bibliográfico e estudo dos principais autores e artigo acerca do tema, será feito um estudo de caso em um canteiro de obra de grande porte, situado na cidade de Goiânia-GO. Nessa visita in loco foi verificado se a organização realiza a compatibilização dos seus projetos e qual a percepção da mesma sobre a importância da compatibilização prévia à execução do empreendimento. A visita foi acompanhada pelo engenheiro responsável técnico do empreendimento.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho possui quatro capítulos realizados de forma a estabelecer um entendimento acerca do cenário atual da indústria da construção civil, levando em consideração a etapa de compatibilização de projetos prévia a execução da edificação.

Sendo assim, o primeiro capítulo traz a introdução ao tema, a justificativa de escolha do mesmo, os objetivos do presente trabalho, a metodologia aplicada para o desenvolvimento do mesmo e a estruturação de desenvolvimento do trabalho. No segundo capítulo serão apresentados os conceitos e fundamentos teóricos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa, além de proporcionar uma ambientação ao leitor acerca do tema abordado.

Já o terceiro trará o estudo de caso desenvolvido, apresentando o estudo por si só realizado, os dados coletados e a análise dos mesmos. E por fim, no quarto e último capítulo expõe as considerações finais do trabalho, externando os benefícios trazidos pelas aplicações da compatibilização e, em sequência, apresenta as referências bibliográficas da dissertação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PROJETO

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) determina que projeto é a descrição escrita e gráfica das propriedades de um serviço ou obra de engenharia ou arquitetura, determinando suas características técnicas, econômicas, financeiras e legais (NBR 5674:2012).

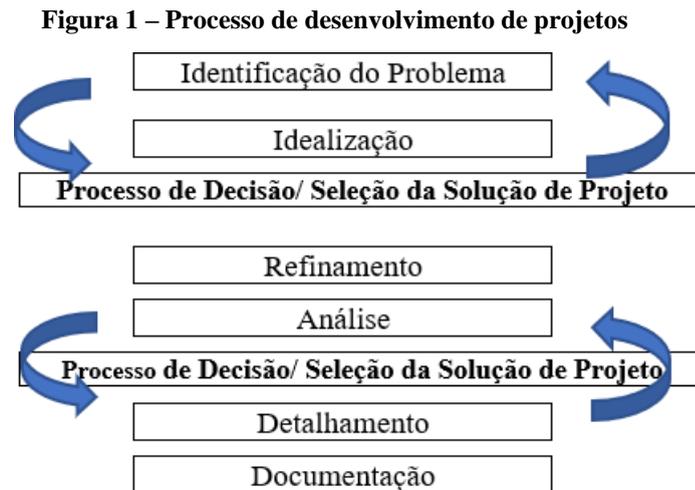
Em uma reforma ou construção de uma edificação o projeto trata-se de um dos principais elementos, pois é na etapa de elaboração de projeto que se previne divergências, delibera modelos e padrões e estabelece os detalhes de execução. De acordo com Nascimento (2015), o projeto trata-se de uma atividade de realização difícil e que possui o objetivo de estabelecer soluções econômicas, funcionais, belas e criativas para a edificação, além de atender as exigências legais e de seu cliente. Onde o ato de projetar não é por si só a apresentação de um desenho, pois é necessário o conhecimento técnico e executivo de elementos, sistemas, técnicas construtivas e insumos de tal forma que haja uma combinação da forma e da função visando alcançar os resultados desejados.

Os autores Melhado e Agopyan (1995) afirmam que o projeto tem como seu principal objetivo incluir eficiência e qualidade ao produto final almejado, buscando cada vez mais a aplicação de ferramentas desenvolvidas pela tecnologia da informação. Ainda, para Picchi (1993) o valor final da execução da edificação está diretamente ligado ao projeto, pois é nessa etapa que se estabelece alternativas e soluções construtivas a serem executadas posteriormente.

Silva Júnior *et al.* (2014) relata que o setor da construção civil conta com algumas dificuldades relacionadas à ausência de qualidade em suas construções, sendo o projeto informal uma das suas causas. Por este motivo o setor tem buscado métodos e ferramentas de gestão de projetos, tendo como objetivo alterar, melhorar e aprimorar o modelo existente e usual. Afinal, é através da gestão de projetos que se permite analisar as probabilidades de execução, aprimoramento de metodologias de execução, interposições de projetos e constatação de possíveis manifestações patológicas, diminuindo o máximo possível os desperdícios e retrabalhos, conseqüentemente torna-se uma maneira de aumentar os lucros financeiros durante sua construção, podendo garantir também a qualidade de seus produtos e processos.

Sobre o processo da realização do projeto, os autores Lockhart e Johnson (2000) *apud* Ferreira (2007), destacam que este é desenvolvido através da interação entre a identificação do problema e idealização de uma ou mais soluções, sendo seguido por um processo de decisão e seleção da solução de projeto, sendo seguido pelo processo iterativo de refinamento e análise

que será seguido por um novo processo de decisão e seleção da solução de projeto. Tomadas as decisões finais passa-se ao detalhamento e documentação das soluções, conforme Figura 1. Este processo ao final acaba por possuir três vertentes, sendo elas: visualização da ideia, comunicação da ideia e documentação do projeto.



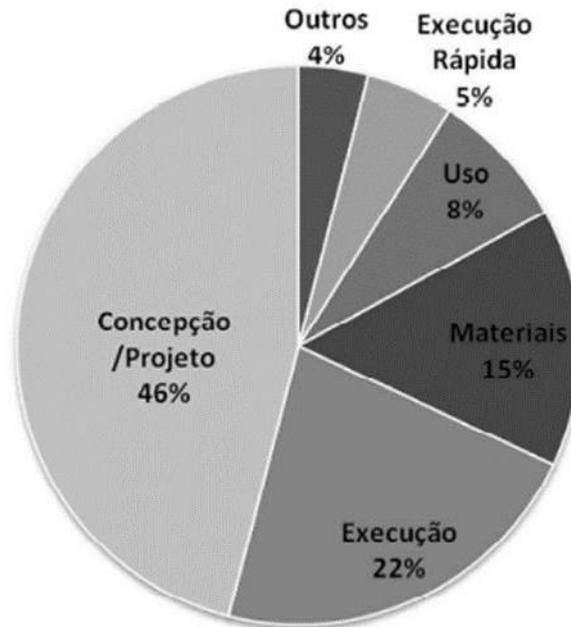
Fonte: FERREIRA, 2007.

Para Novaes (1998) o projeto conceitua-se em dois sentidos: o estático – quando se refere ao projeto como produto, constituído de elementos gráficos e descritivos, ordenados e elaborados a atender às necessidades da etapa de produção e o dinâmico – quando se refere ao projeto no sentido de processo, no qual as soluções são elaboradas e compatibilizadas incorporando um carácter tecnológico e gerencial.

2.2 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Tem-se que a importância do projeto para a realização de uma edificação na literatura técnica é indiscutível, sendo possível encontrar o tema em diversos estudos. Melhado (1994) apresenta estudos relacionando aos erros de projeto e as manifestações patológicas que apontam para a fase de concepção e projeto como o principal fator na origem de defeitos das construções, chegando a 46% do total das patologias das construções, ficando muito acima da segunda causa das patologias, que estabelece que 22% dos problemas patológicos estão ligados à fase de execução, conforme demonstra a Figura 2.

Figura 2 – Origens de problemas patológicos das construções



Fonte: MELHADO, 1994.

Algayer (2014) relata que o Brasil possui o costume de visualizar soluções de caráter imediato, onde observa-se uma ilusão de que a economia durante a fase de projeto será benéfica quanto aos custos finais de uma obra. Logo, o primeiro passo é alterar essa visão e fazer com que os projetos parem de ser enxergados como gastos e que se incentive o investimento nessa fase extremamente importante e que definirá os rumos da construção.

Ainda, sobre a economia adquirida com a compatibilização de projetos, Corrêa (2006) afirma que o maior vilão dos prejuízos financeiros no setor da construção civil é o desperdício de materiais, sendo esse reflexo do consumo desnecessário e de práticas de aplicação desses materiais de forma não orientada, o que eleva de forma considerável a produção dos chamados resíduos em um canteiro de obras. Visto isso, nas organizações que existem programas de gerenciamento de resíduos é possível observar que essas ações estão centradas na gestão dos resíduos, focadas principalmente na seleção, reciclagem e transformação, esquecendo-se que o estudo antecipado e preventivo de redução destas perdas é mais eficaz a partir de considerações e conceitos estabelecidos na atividade de projeto.

Logo, buscando otimizar a indústria da construção civil, além é claro de reduzir custos, os técnicos e empresários do setor tem investido na padronização dos processos, dentro disso encontra-se a integração dos projetos. De acordo com Melhado (2005) compatibilização de projetos nada mais é do que a sobreposição dos projetos, sendo eles de diversas especialidades, com o intuito de realizar uma verificação entre eles. Os problemas que forem identificados

serão apontados para a gestão de profissionais para que estes possam agir, buscando soluções e correções. Ele ainda afirma que a compatibilização dos projetos deve acontecer com todos os projetos já executados, atuando como uma conferência minuciosa onde possíveis interferências possam ser identificadas.

Já Graziano (2003) define compatibilização de projetos como atributo do projeto, onde os componentes dos sistemas ocupam espaços que não conflitam entre si e, além disso, que possui dados compartilhados com consistência e confiabilidade até o final do processo de projeto e obra.

Silva e Souza (2003) complementa afirmando que a compatibilização também pode ser entendida a partir do próprio significado da palavra, isto é, a ação de tornar compatível, fazer algo poder coexistir com outros. A compatibilização de projeto se refere, portanto, às atividades necessárias para que as diversas soluções dimensionais, tecnológicas e estéticas possam ser compatíveis entre si no todo do projeto.

Para Salgado (2007), o procedimento de compatibilização de projetos está relacionado à coordenação de projetos, onde tem-se por meta conciliar todos os componentes que interagem nos sistemas verticais e horizontais de uma edificação. Já Callegari (2007) estabelece a compatibilização como a atividade de gerenciamento e integração de projetos, visando o perfeito ajuste entre os mesmos, buscando minimizar os conflitos entre os projetos. Dessa forma, têm-se um ganho significativo no processo de execução da obra, otimizando a utilização de materiais, tempo e mão de obra.

Segundo Sousa (2010), a compatibilização deve fazer uso de meios gerenciais e de manipulação de dados, a fim de promover a integração entre os diversos projetos, facilitando a concepção, planejamento e execução de um empreendimento. Algayer (2014) afirma que a compatibilização consiste nada mais do que em analisar, verificar, confrontar e esmiuçar todas as etapas de produção de um empreendimento. Considerando a existência dos sistemas multidisciplinares presentes em um projeto, e que estes, em sua maioria, são desenvolvidos por profissionais de origens distintas, tem-se um aumento das chances de problemas construtivos. Portanto, a compatibilização aparece como a ferramenta responsável por identificar os problemas antes do início da construção, evitando retrabalhos por erros de projeto, garantindo o cumprimento de prazos e custos.

Silva (2004) relata que ao longo dos anos as edificações se tornaram mais complexas, tendo um número maior de sistemas complementares, o que torna a compatibilização de projetos mais importante do que nunca, impedindo que as soluções dimensionais e tecnológicas não se cruzassem.

É baseado no projeto arquitetônico que a compatibilização se inicia, se possível durante o estudo preliminar, por ter maior flexibilização para alterações e possibilidade de um desenvolvimento compatível com os projetos complementares. Solano (2005) citou algumas das funções do responsável pela execução da compatibilização:

- Respeitar o cronograma de desenvolvimento do projeto;
- Observar o cronograma da obra para que este não seja afetado pelo dos projetos;
- Respeitar os custos de projetos para que não sejam exagerados;
- Manter o custo final da obra, obstando alterações;
- Lembrar que o objetivo principal é a satisfação do cliente;
- Manter o padrão do produto final
- Manter os construtores informados das mudanças.

Uma boa parte dos problemas de falta de compatibilidade vem do desconhecimento sobre as implicações de uma solução adotada para as demais especialidades de projeto. A empresa contratante deve manter mecanismos de gerenciamento que possibilitem assegurar o desenvolvimento dos processos mencionados com qualidade, assim como os projetistas cabe estabelecer também fluxos de informação e responsabilidades adequados (SILVA; SOUZA, 2003). Sem o intercâmbio de informações entre os agentes para a elaboração de projeto, ele acaba ficando mal definido, mal especificado e mal resolvido, o que acarreta um acréscimo significativo de custos na fase de execução de obras e até mesmo na de assistência técnica, causando a insatisfação dos clientes e, particularmente, dos usuários. (MELHADO, 2005).

2.2.1 A importância da compatibilização dos projetos

De acordo com Graziano (2003) o processo de sobreposição de projetos para identificação das interferências, correção de desenhos e documentos, assim como de definições objetivas das diretrizes para desenvolvimento de projetos torna-se a principal ferramenta da compatibilização, que pode reduzir custos e prazos significativamente ao empreendedor, bem como garantir a funcionalidade em obra.

Segundo Giacomelli (2014) a constatação de incoerências geométricas entre os sistemas construtivos, através da compatibilização de projetos, possibilita a redução do retrabalho no canteiro de obras. Portanto, o gerenciamento e integração dos projetos garante a

otimização dos insumos disponíveis, como tempo, material e mão de obra. Assim como facilita o processo de execução e a posterior manutenção.

Em suma, o processo de compatibilização de projetos é extremamente vantajoso, uma vez que permite visualizar de forma antecipada os problemas e retrabalhos que poderiam ocorrer durante a execução da obra, frutos das interferências entre os projetos. Permite ainda analisar as soluções propostas, ainda na fase de projeto. Dessa forma, os custos e prazos são mantidos de acordo com o estimado.

2.2.2 A coordenação de projetos

Araújo (2015) relata que a coordenação de projetos nada mais é do que o planejamento prévio de todo o processo de um projeto. Contempla a interação dos profissionais responsáveis pela execução dos diversos projetos em todas as etapas, desde a concepção, onde há o estudo de viabilidade, até a identificação falhas e busca por soluções, haja visto que como a equipe de projetista normalmente é grande é inevitável que se encontre inconsistências entre as informações desenvolvidas pelos membros da equipe. Na etapa da compatibilização os projetos desenvolvidos as diversas áreas são sobrepostas, onde é verificada a interferências entre todos os projetos, onde os problemas encontrados são apresentados pela coordenação com o intuito de que em grupo encontre-se uma alternativa para solucioná-los.

Araújo (2015) ainda relata que a coordenação deve acontecer antes da compatibilização, com o intuito de ter resultados positivos no sentido da qualidade e racionalização de todas as soluções para os projetos. Já a compatibilização acontece na fase em que os projetos já estão concebidos, onde detectam-se falhas já reais. Ou seja, pode-se dizer que a coordenação se trata de uma função gerencial, que tem a finalidade de fomentar a integração e a cooperação de todos os agentes envolvidos, relacionadas com a solução global dos projetos e a integração técnica entre as diversas especialidades de projeto, e entre o projeto e o sistema de produção da obra, incluindo a solução de problemas de compatibilização. Melhado *et al.* (2005) destaca que a principal atividade do coordenador de projetos engloba a garantia de execução das soluções técnicas desenvolvidas pelos projetistas de diferentes especialidades, bem como que elas sejam congruentes com as necessidades e objetivos do cliente, e com a característica e padrão da construtora responsável pela sua execução.

Sendo assim, o coordenador de projetos não deve ser visto como um custo extra e sim deve ser considerado um investimento, visto que é nesta fase onde se pode antever dificuldades de execução eliminando retrabalhos posteriores e racionalizando custos em obra. Para Melhado

et al. (2005) o coordenador de projetos tem que possuir um amplo conhecimento multidisciplinar (incluindo produto e produção) e uma elevada capacidade de gerenciar o processo e integrar os profissionais das equipes de projeto e seus trabalhos.

2.2.3 A qualidade dos projetos desenvolvidos

Os equipamentos e métodos de construção civil são muitas vezes definidos após a execução dos projetos, o que denota a falta de integração entre os agentes envolvidos no desenvolvimento do projeto e a ausência de métodos que promovam a sinergia entre os profissionais (SILVA JUNIOR, 2009). Há algumas iniciativas que pretendem mudar essa situação, como a adoção dos princípios do “projeto para produção” que contém informações acerca da construção de modo a buscar a eliminação da lacuna existente entre projeto e produção (MELHADO, 2005).

O projeto tem se tornado cada vez mais marcado pela multidisciplinaridade de projetistas que o conduzem ainda de maneira segmentada e independente (SOUZA *et al.*, 2005). Verifica-se cada vez mais a importância de métodos eficazes de planejamento e gestão na construção civil que garantam a qualidade e sustentabilidade das edificações. Os softwares avançados, aliados a técnicas de engenharia simultânea têm produzido otimização dos processos e projetos, gerando maior sustentabilidade e conformidade do produto final (VEIGA; ANDERY, 2009).

A qualidade de um projeto depende da troca eficiente e segura de informações entre os agentes envolvidos no seu processo de desenvolvimento. A inexistência de informações necessárias em projetos torna-se um ponto dificultador para o alcance de maior produtividade e qualidade do setor (SILVA JUNIOR, 2009).

Os desenhos são mediadores da ideia com o meio, é a representação gráfica responsável pela comunicação. Eles são referência para a execução da obra, é nessa fase que há o planejamento e simulação da realidade a ser construída.

De acordo com Fabrício (2002) o processo de projeto envolve todas as decisões e formulações que visam subsidiar a criação e a produção de um empreendimento, indo da montagem da operação imobiliária, passando pela formulação do programa de necessidades e do projeto do produto até o desenvolvimento da produção, o projeto “as built” e a avaliação da satisfação dos usuários com o produto.

Souza e Abiko (1997) afirmam que as soluções adotadas na etapa de projeto têm amplas repercussões em todo o processo de construção e na qualidade do produto final a ser

entregue ao cliente. É na etapa de projeto que acontecem à concepção e o desenvolvimento do produto, que devem ser baseados na identificação das necessidades dos clientes em termos de desempenho, custos e das condições de exposição a que será submetido. A qualidade da solução de projeto determinará a qualidade do produto e conseqüentemente, condicionará o nível de satisfação dos usuários finais.

2.3 FERRAMENTAS PARA COMPATIBILIZAÇÃO

Apesar do surgimento de novas tecnologias para projetar, mais práticas e com maior precisão, a maioria dos escritórios e profissionais liberais ainda utilizam os softwares de CAD para desenvolver seus projetos. Com o uso desta ferramenta a compatibilização é feita de forma mais simplificada, portanto com maiores riscos de falhas. Os projetos 2D são sobrepostos para uma possível verificação de interferências.

As compatibilizações que utilizam método tradicional apresentam problemas intrínsecos ao método e sua inserção temporal no processo de desenvolvimento de projetos. Indefinições de requisitos importantes são ignorados no início do trabalho e acabam por gerar erros em etapas avançadas, há pouca interação entre os projetistas, as visualizações 2D são deficientes em informação.

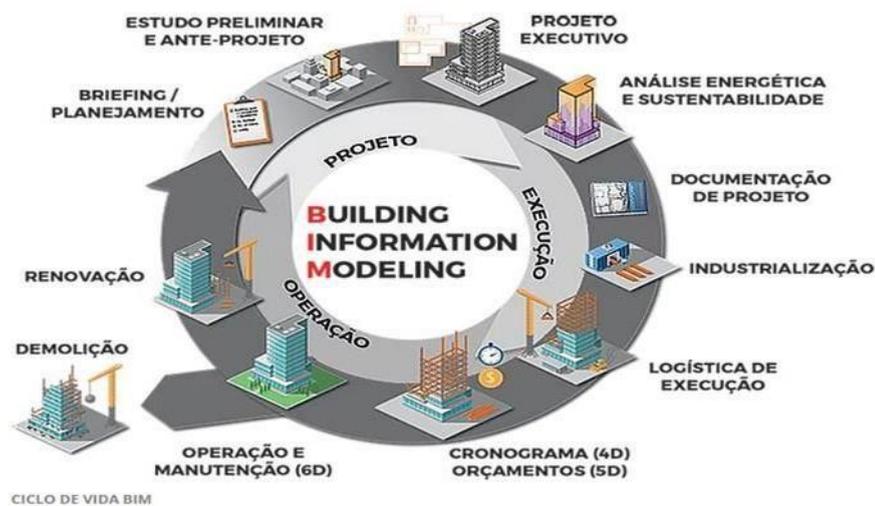
Já a “Modelagem da Informação da Construção” (BIM - *Building Information Modeling*) é um processo de produção, uso e atualização de um modelo realizado colaborativamente, durante o ciclo de vida da construção, pelos vários agentes do empreendimento. Essa plataforma em conjunto como conceito de Engenharia Simultânea vislumbra uma série de vantagens em relação ao processo tradicional.

O BIM trata-se de um o modelo digital constituído por um banco de dados que admite acrescentar informações para diversos fins, além de proporcionar um aumento de produtividade e racionalização do processo. Também conhecido como Modelagem da Informação da Construção. Eastman et al. (2008) afirma, que a tecnologia BIM admite a concepção de um modelo composto por dados geométricos e várias informações relativas as atividades envolvidas na execução da obra (planejamento, projeto, construção, etc.).

Kymmell (2008) define o BIM como uma plataforma composta por modelos 3D, projetando uma simulação da obra em questão, que abrigam todos os dados necessários relativos ao projeto e ao produto seja no planejamento construção operação e desmobilização. Ferreira (2005) afirma que o modelo BIM é mais do que o Modelo de um Produto já que procura modelar todos os assuntos relativos à edificação: produtos, processos, documentos, entre outros.

Os sistemas computacionais baseados em BIM permitem a construção do edifício no ambiente virtual com todos os seus elementos, a partir de softwares que irão simular a construção. Conformando um modelo de onde podem ser extraídos uma variedade infinita de cortes e vistas. Consiste na formulação de um protótipo digital da obra que possibilita uma série de experimentos e ajustes no projeto antes que se concretize, permitindo a consideração antecipada de vários aspectos referentes à edificação (KYMMEL,2008). Na Figura 3 é possível identificar o ciclo de vida BIM.

Figura 3 – Ciclo de vida BIM



Fonte: MARTINI, 2018

Campbell (2008) apresenta seis características do sistema BIM:

- Digital (permite a simulação do projeto e da construção);
- Espacial (admite representação em 3D);
- Quantificável (informações podem ser quantificadas);
- Compreensivo (guarda informações relativas ao design, performance, sequência de execução da construção, aspectos financeiros);
- Acessível (formato acessível e disponibilidade de informações para todos os participantes);
- Durável (aplicável a todas as etapas ao longo de todo ciclo de vida do empreendimento; projeto, construção, manutenção).

O autor Kymmel (2008) ressalta que o uso de modelos 3D permite que o entendimento do projeto seja acessível a todos, não sendo limitada apenas àqueles que conhecem as

simbologias e representações de desenho. Com isso, facilita o entendimento dos clientes e do usuário final e contribui para formulação de soluções mais alinhadas às suas necessidades.

Já Birx (2006) cita algumas vantagens obtidas com o uso da tecnologia BIM: facilidade na coordenação dos projetos (as interferências entre os elementos podem facilmente notadas sendo destacadas visualmente); redução de carga horaria por projeto (redução de custo através da redução as horas trabalhadas no projeto); maior qualidade de projeto e de detalhes; já que se gasta menos tempo com representações gráficas; mais controle das informações de projeto, já que o BIM se torna banco de dados central das informações do projeto como um todo; expansão do mercado de atuação da empresa, pois gera novos produtos onde o escritório pode ofertar, como imagens, estimativas de custos, quantitativos; instrução a jovens arquitetos, que precisam elaborar soluções construtivas em pouco tempo, melhorando a qualidade de projeto nas etapas iniciais; e maior facilidade no gerenciamento de mudanças no projeto.

2.3.1 Exemplos de softwares mais utilizados

Sistemas operacionais BIM criam uma representação digital de um projeto (edifício, obra, casa etc.), permitindo a integração de informações sobre as suas características físicas e funcionais. De maneira geral, essa tecnologia compreende um conjunto de softwares que exercem atividades específicas nos diversos momentos do ciclo de vida de uma obra, tendo como elemento central as soluções responsáveis por criar as bases de dados e maquetes 3D, as quais produzem os arquivos que concentram as informações do empreendimento. Dentre os softwares mais utilizados pelos atuais projetistas alguns deles são:

- **AltoQi – Eberik:** Destinado a criação de projetos estruturais, auxiliando o profissional no qual opera a dimensionar e detalhar com mais assertividade elementos estruturais de uma determinada edificação. O software gera um modelo em três dimensões, com o intuito de facilitar a modelagem do projeto como um todo, com isso também facilitando a visualização dos pilares, vigas, escadas, lajes, fundações, reservatórios, muros de arrimo, além de outros elementos. Vale ressaltar que o Eberik também calcula suas estruturas de acordo com as normas vigentes. (ALTOQI, 2020)
- **AltoQi – QiBuilder:** Plataforma BIM voltada para desenvolver projetos: hidrossanitário, elétrico, preventivo de incêndio, SPDA, gás, cabeamento estruturado, climatização e alvenaria estrutural. Dentre os benefícios de seu uso estão: Detecção de colisões, projeto em BIM com produtividade, adequado as

normas brasileiras, menor chances de erro devido a seus detalhamentos mais realista, garantindo mais qualidade, segurança e clareza para a visualização no canteiro de obras. (ALTOQI, 2020)

- **Autodesk – Revit:** Apresenta recursos para projeto de arquitetura, engenharia de sistemas mecânicos, elétricos e hidráulicos, engenharia estrutural e construção. Além disso, ele possui suporte a um processo de projeto multidisciplinar, para trabalhos colaborativos. (CTUP, 2019)
- **TQS:** Destinado à elaboração de projetos estruturais de edificações de concreto armado. É composto por um conjunto de sistemas que, de forma totalmente integrada e automatizada, fornecem recursos necessários para a concepção estrutural, análise estrutural, dimensionamento e detalhamento de armaduras, geração de desenhos até a emissão de plantas. (TQS, 2020)

2.4 OS SUBNIVEIS DO BIM

Orientados por uma cadeia de informações fornecidas pelo projetista, o sistema BIM reduz a probabilidade de erros tanto no projeto, quanto na Obra. Isso se dá através de uma parametrização de componentes que irão compor o objeto arquitetônico a ser criado.

Essa parametrização é capaz de transformar um sistema produtivo de 2D para 3D, 4D, 5D, 6D e 7D a depender do nível de informações que o projetista forneça ao modelo em produção. Os vários subconjuntos de BIM são comumente descritos em termos de dimensões 3D (modelo de objeto), 4D (tempo), 5D (custo), 6D (operação), 7D (sustentabilidade) e até mesmo 8D (segurança) (SMITH, 2014). Eastman et al. (2011) e Karmeedan (2010) definem essa capacidade multidimensional do BIM como modelagem ‘nD’, (Figura 4) pois tem a capacidade de adicionar um quase número infinito de dimensões no modelo de construção.

Os avanços na modelagem 3D permitiram que se colocassem informações referenciadas nos modelos geométricos, permitindo maior compreensão durante o seu desenvolvimento e das intenções de projeto (FOUQUET, SERRA, 2011). Softwares com a função de detecção de conflito (*clash detection*) auxiliam na gestão das diversas disciplinas de projeto necessárias para construção, além da compatibilização durante a concepção, evitando a colisão de tubulações, a aparição desnecessária da estrutura, ou quaisquer outros problemas que possam vir a surgir neste processo.

Essa antecipação de variáveis, permite uma maior identificação de problemas os quais são resolvidos ainda na fase de projeto, minimizando custo e tempo no canteiro de obras.

Figura 4 – Dimensões do BIM



Fonte: Daudt engineering, 2019.

A utilização de projetos com dados 3D permite uma melhor visualização gráfica, mas não possuem suporte para integração de dados e análise de projeto e nem atributos de objetos. Se o modelo não possui inteligência paramétrica, ele não pode ser chamado modelo BIM (MOTTER; CAMPELO, 2014).

O BIM 4D introduz atributos de tempo ao modelo, permitindo o uso da tecnologia para modelagem e planejamento, simulando as etapas de construção antes do início da mesma e estabelecendo melhores estratégias de planejamento (MOTTER; CAMPELO, 2014).

O aumento da previsibilidade e controle dos prazos dos empreendimentos com BIM 4D utiliza ferramentas técnicas e tecnologias associadas como, por exemplo, PERT-COM (*Program Evaluation and Review Technique / Critical Path Method*), MS-Project ou Primavera, que através de processos de controle de atividades, prazos, recursos e informações relevantes permitem o melhor acompanhamento dos avanços e desvios apresentados pelas equipes de execução dentro do canteiro de obra (SUZUKI; SANTOS, 2015).

O Modelo 5D permite a geração de imediato dos orçamentos de custos financeiros e representações gráficas do modelo com cronogramas associado ao tempo. Isso reduz o tempo necessário da quantificação de elementos e estimativas, de semanas para minutos, melhora a precisão dessas estimativas, minimiza os incidentes de disputas de ambiguidades em dados de

CAD, e permite que os consultores de custos invistam mais tempo no processo de redução destes valores (SMITH, 2014).

A sistema 6D permite estender o BIM para a gestão de instalações. O núcleo do modelo BIM é uma rica descrição dos elementos de construção e serviços de engenharia que fornece uma descrição integrada para um edifício. Esta característica, juntamente com sua geometria, promove relações e capacidades de propriedade sustentável na sua utilização como uma base de dados de gestão de instalações (SMITH, 2014).

Esse processo também é propício no gerenciamento e relacionamento entre contratante e fornecedor, facilitando assim a manutenção e atendendo as novas solicitações da NBR 15.575. A incorporação de componentes de sustentabilidade ao conceito de BIM gera modelos 7D, que permitem aos projetistas atender elementos específicos do projeto, comparar conformidade e validar as diferentes opções de estimativas de energia e demais sistemas (SMITH, 2014).

Com BIM 7D consiste em uma etapa responsável pela análise de consumo da edificação, fornecendo estimativas de energia mais completadas e precisas no início do processo de projeto. Este processo, permite a medição e verificação durante a construção e obtenção de melhor desempenho de sistemas e instalações.

É nessa etapa que se pode agregar sistemas alternativos e sustentáveis como energia eólica, energia solar, numa linha de concepção de *Green Building*, apresentando resultados os quais o viabilize para certificações do tipo *Leed*, *NetZero* etc. passando a ser chamado por alguns autores de *GreenBIM* (BONENBERG; WEI, 2015).

2.5 GESTÃO DE PROJETOS COM BIM

Segundo Mellhado e Fabricio (2007) “na construção de edifícios, como em outras indústrias, a etapa de projeto (design) é fundamental para a qualidade do produto e para o sucesso do empreendimento”. Na etapa de projeto que as decisões de maior impacto podem ser equacionadas para se materializarem na obra de maneira mais eficaz. Os resultados de produtividade estão de certa forma associadas as decisões de projeto. Observa-se nos dias atuais um crescente aumento no número de disciplinas de projeto para realização de um empreendimento. Esse crescimento impacta de maneira direta na gestão de coordenação de projetos.

Com o BIM é possível detectar interferências sem que os projetistas estejam trabalhando no mesmo espaço físico. As ferramentas de detecção de interferências baseadas em

BIM possibilitam a detecção automática de maneira seletiva em sistemas especificados, com checagem de conflitos entre sistemas mecânicos e estrutural (EASTMAN, 2014).

Mesmo com toda produtividade, facilidade, assertividade e agilidade concedida pelo sistema BIM, a disseminação da ferramenta nos canteiros ainda é um desafio no país, visto que há uma grande resistência para migrar a concepção de projetos em ferramentas de duas dimensões para concepção do modelo tridimensional, parametrizado, permitindo a extração de informações fundamentais para construção, além de permitir o planejamento de fases da construção coordenadas.

Segundo Melhado *et al.* (2005), a coordenação de projetos “é uma atividade de suporte ao desenvolvimento do processo do projeto voltada à integração dos requisitos e das decisões de projeto”. Esta experiência deve ser expandida para outras etapas da construção, especialmente o acompanhamento e controle de obras, permitindo que o advento da tecnologia domine o setor que é caracteristicamente artesanal, assumindo uma postura de indústria.

Para planejar em BIM é fundamental ter visão dos objetivos e de como será o uso e manutenção da edificação. O BIM é definitivamente um novo conceito de gestão, um novo caminho para concepção e conseqüentemente inaugura uma nova etapa no setor da Construção Civil.

2.5.1 Gestão de obras com BIM

O tradicional processo de gestão da construção demanda uma extensa compilação e análise de dados que na maior parte das vezes não consegue alcançar um controle eficaz no acompanhamento da obra. Além dos riscos envolvidos nas dificuldades de monitoramento esse processo é bastante complexo, repetitivo e susceptível a erros, especialmente na gestão de projetos. Atualmente grande parte da detecção de interferência entre as diversas disciplinas de projeto são executadas manualmente por meio de sobreposição de desenhos usando ferramentas tradicionais de CAD 2D para sobrepor camadas (EASTMAN, 2014).

Nesse contexto, a Tecnologia BIM – *Building Information Modeling* - vem ganhando notoriedade na indústria da arquitetura, engenharia, construção e operação (AECO) por apresentar-se como uma alternativa de automatizar e minimizar os erros comumente vistos no canteiro de obras. Trabalhar com BIM significa quebrar todos os paradigmas de um sistema tradicional, fragmentado e passível de muitos erros.

Os conceitos de *Lean Construction*, sustentabilidade e gestão de projetos culminaram na tríade do próximo século: LEAN - GREEN – BIM. Essa tríade é consenso para garantir a

sustentação do ciclo atual e elevar a produtividade, utilizando de maneira mais eficiente os recursos disponíveis. Com o atual cenário os membros da indústria AECO e a academia são desafiados a efetivamente implementar as tendências de BIM – LEAN – GREEN em projetos e nos currículos das formações em arquitetura e engenharia (HYATT, 2011).

2.6 EXEMPLO DE COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE PROJETOS

Relacionando as informações entre BIM, coordenação de projetos e todas as vantagens concedidas por decorrência da compatibilização, exemplos práticos de compatibilização entre alguns tipos de projeto como por exemplo: projeto arquitetônico e estrutural, projeto hidrossanitário, arquitetônico e estrutural. Tornam-se necessários

Os escritórios de projetos que geralmente buscam compatibilizar os projetos são empresas de médio e grande porte, salvo raras exceções. Pequenas empresas desse ramo ainda não aderiram a esse processo devido a fatores como financeiro, sensibilidade econômica do mercado, e a inércia às alterações de processo (TAVARES, 2007).

A compatibilização de projetos é descrita como o gerenciamento de vários projetos e sistemas de um edifício de maneira que estes, por serem dependentes entre si, não se interfiram, criando soluções integradas entre as diversas áreas que tornam o empreendimento viável. Sendo assim, esse atributo deve ser válido e confiável desde o início dos estudos de caso do empreendimento até o início das atividades para ele destinadas (MIKALDO; SCHEER, 2007).

Análises feitas por meio de modelagem em 3D são mais detalhadas, pois contemplam os elementos de maneira volumétrica. Esse tipo de compatibilização pode ser feito, assim como a compatibilização 2D, pelo AutoCad. O que torna sua aplicação limitada é a demanda de tempo considerável, pois se necessita modelar elemento por elemento (MIKALDO, 2006).

Uma solução para sanar incompatibilidades encontradas em projeto é o uso da plataforma BIM. Esse tipo de plataforma integraliza os projetos e os projetistas, fazendo com que trabalhem em cima de um projeto base, geralmente o de arquitetura. Esse processo demanda certo investimento no início para a compra de softwares e de um computador com grande capacidade de processamento de gráficos 3D e informações.

Por meio de ferramentas de softwares que utilizam da plataforma BIM a verificação de interferências será feita automaticamente assim como será mostrado nos próximos exemplos. Essa verificação pode ser formatada para analisar determinados sistemas separadamente, como por exemplo, a análise somente da estrutura e instalações. Então analisa-se as interferências e estuda-se uma maneira de corrigi-las.

2.6.1 Compatibilização entre projetos de instalações, arquitetônico e estrutural.

A partir do projeto arquitetônico no Revit *Architecture* (ferramenta BIM) FARINHA, (2012) fez todo o processo de compatibilização entre projetos de forma simples e eficaz, cujo o passo a passo desse processo será demonstrado no exemplo a seguir. A importação do arquivo do projeto estrutural é gerada pelo Revit *Structure*. Essa primeira compatibilização entre projeto estrutural e arquitetônico se fez necessária, pois foi a partir destes dois projetos compatibilizados que foram feitos os lançamentos dos projetos hidrossanitário e elétrico inicial, no Revit MEP.

O arquivo a ser mostrado foi importado como Revit Link, o que quer dizer que se esse arquivo sofrer alterações, estas podem ser vistas a partir da atualização feita pelo usuário no gerenciador de arquivos. Logo após a importação destes projetos fez-se a análise de interferências entre os elementos do arquitetônico e os elementos estruturais. O primeiro passo após a importação do arquivo foi configurar os sistemas da edificação. Os sistemas hidrossanitários e elétrico foram configurados de acordo com a necessidade para o projeto.

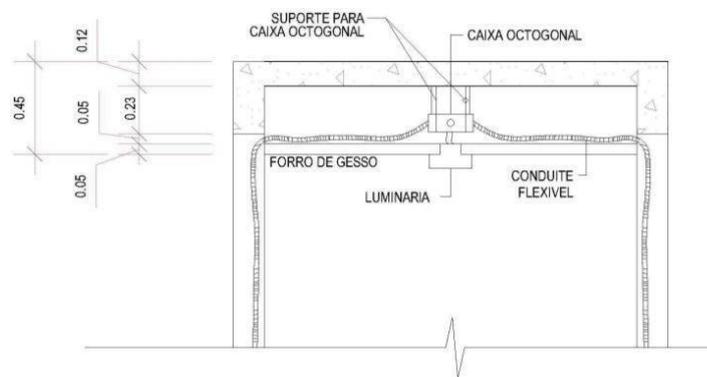
Além destes planos, criaram-se também duas vistas em 3D para melhor visualização dos projetos em separado. O arquivo importado do Revit *Architecture* já possui vinculados os níveis usados anteriormente.

Esses níveis são carregados desde o lançamento do projeto estrutural e para que sejam validados em cada categoria de projeto deve ser selecionado o comando de vistas planas e selecionar as plantas a serem transportadas para o Revit MEP.

Definiu-se cotas de altura para cada projeto, por exemplo, o projeto elétrico passa logo acima do forro que se encontra a 2,75 do piso. Essa distribuição é válida para a laje piso do pavimento térreo.

Como visto anteriormente criou-se um forro passando a uma cota de 2,75 m do piso acabado. Essa decisão foi tomada para que as tubulações pudessem correr por dentro do forro e não por dentro da laje segue exemplo na Figura 5.

Figura 5– Detalhe de instalações elétricas



Fonte: FARINHA, 2012

Com essa cota, as tubulações das instalações elétricas podem passar logo abaixo das vigas eliminando a necessidade de furar as mesmas, essa medida também evita que os condutos sejam amassados no momento da concretagem. para esse sistema evitando o problema visto na Figura 6.

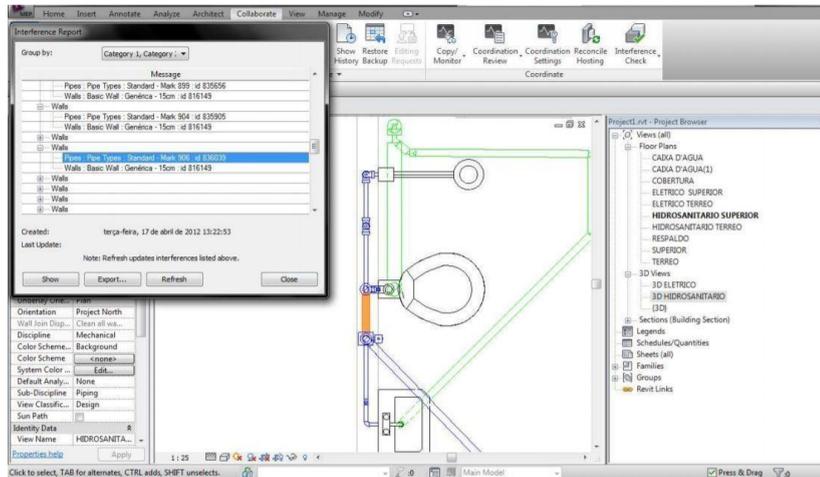
Figura 6 – Obstrução do concreto pelos condutos de elétricos



Fonte: FARINHA, 2012

Após todos os lançamentos feitos, foi verificado se haviam interferências entre todos os sistemas. Todas as interferências reportadas pelo software foram verificadas e ficou constatado que as tubulações inseridas nas alvenarias eram tratadas como interferências, assim como mostra na Figura 7 e a partir deste momento foram ignoradas.

Figura 7 – Interferência tubulação/paredes



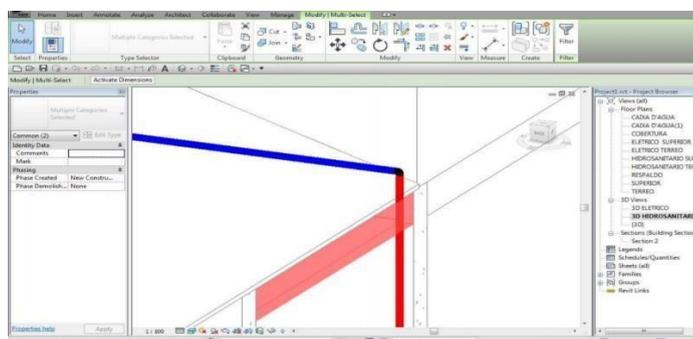
Fonte: FARINHA, 2012

Analisando todo o relatório de incompatibilidades pode-se notar que houve interferências entre tubulações e lajes de piso. Onde havia descidas de prumada hidrossanitário a tubulação passava pela laje (Figura 8). Essa interferência deve ser levada em consideração, pois num momento de concretagem da laje onde não haja as esperas das tubulações, isto gerará retrabalho em recortar a laje para a passagem da tubulação.

A solução para essas interferências foi analisar o relatório gerado pelo Revit MEP e marcar onde existem descidas de tubulações para que estas sejam passadas para o projeto estrutural onde serão considerados os furos nas lajes. No projeto arquitetônico foi adotada a criação de algumas bonecas para as descidas das tubulações.

Além destas incompatibilidades citadas acima, verificou-se que em vários casos as tubulações de descida transpassavam as vigas assim gerando 65 interferências. Para essa interferência as paredes hidráulicas (paredes do banheiro) terão sua espessura modificada de 15 cm para 20 cm.

Figura 8 – Interferências viga/tubulação

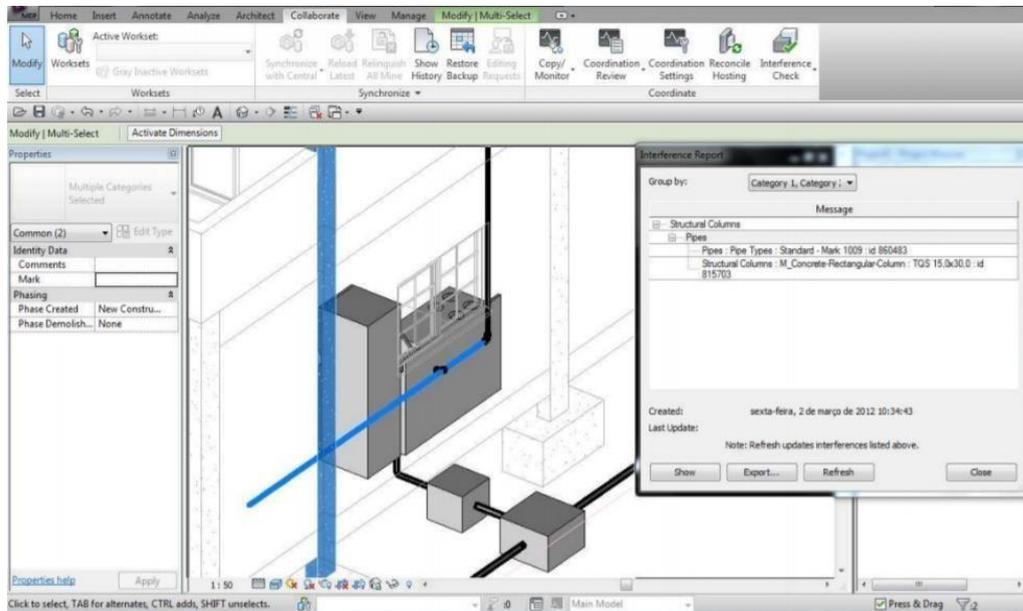


Fonte: FARINHA, 2012

Existe também a necessidade da previsão de furos nas vigas visto que várias tubulações hidrossanitárias, bem como tubulações elétricas, atravessam transversalmente algumas vigas. Outra incompatibilidade encontrada nessa etapa foi uma interferência da tubulação de água fria com um pilar. Essa interferência foi corrigida modificando o traçado da tubulação pelo forro.

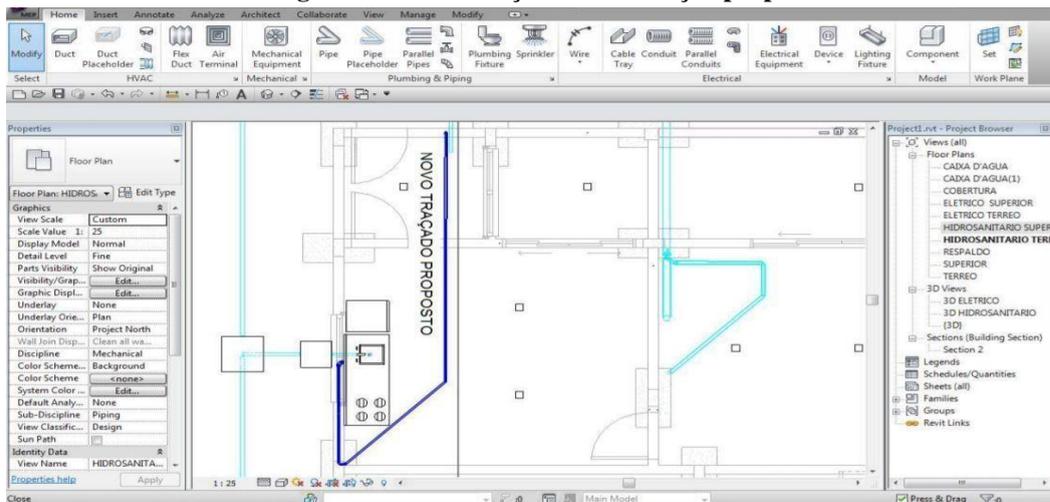
Dada a interferência entre estrutural e hidrossanitário (Figura 9), a solução mais prudente foi realizar um novo traçado para a tubulação (Figura 10), com isso também será necessária a furação de uma viga.

Figura 9 – Interferência entre pilar e tubulação de água fria



Fonte: FARINHA, 2012

Figura 10 – Novo traçado da tubulação proposto



Fonte: FARINHA, 2012

O Quadro 1 ilustra quais as alterações foram executadas e quais projetos afetaram. Ao finalizar todo o processo detalhado por Farinha (2012) os projetos apresentados foram somente os necessários para o desenvolvimento da compatibilização. As demais pranchas com detalhamento de vigas e pilares, por exemplo, não fazem parte desse trabalho.

Com todas as interferências já solucionadas, torna-se muito mais viável e mais assertivo, orçamentos e cronogramas serem planejados em cima dos projetos já compatibilizados. Linhas de balanço também podem ser produzidas para detalhar ainda mais o cronograma de obra especificando um prazo máximo por etapa construtiva, e orçamentos mais detalhados com futuros empreiteiros.

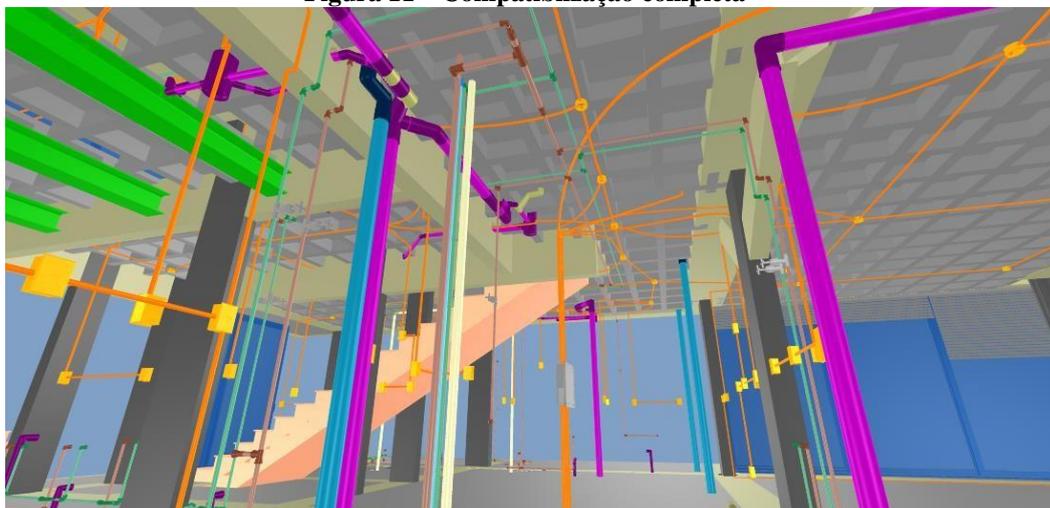
Quadro 1 - Modificação em projetos

Modificação	Projeto
Paredes hidráulicas passaram de 15 cm para 20 cm	Arquitetônico
Criação de bonecas para passagem de tubulação (conforme projeto executivo)	Arquitetônico
Forro de gesso	Arquitetônico
Furo nas vigas	Estrutural
Modificação de traçado de tubulação	Hidrossanitários
Ajuste das prumadas de água fria conforme boneca	Hidrossanitários

Fonte: FARINHA, 2012

É demonstrado na Figura 11 uma representação tridimensional da compatibilização das disciplinas de instalações e estruturas, sendo ambas executadas simultaneamente.

Figura 11 – Compatibilização completa



Fonte: AltoQi, 2020

3 ESTUDO DE CASO

3.1 PLANEJAMENTO E FASE ANTE PROJETO

Com o objetivo de demonstrar todo o processo de compatibilização entre as várias disciplinas de projetos em obras residências multifamiliares de grande porte, foi utilizado, a obra Terra Mundi Eldorado, empreendimento este que até a realização deste trabalho encontra-se na fase de fundação.

É válido destacar que o processo a ser detalhado neste trabalho que atualmente é utilizado pela incorporadora Newinc, não necessariamente é o mesmo para outras obras de outras empresas, e o mesmo processo pode ser realizados de formas diferentes, desde que alcance os resultados satisfatórios.

Apesar da compatibilização prever e permitir evitar vários problemas antes mesmo da execução da obra, este processo ainda sim é opcional e cabe aos sócios e diretores optar por utilizar ou não desta tecnologia

Uma vez entendido o processo de compatibilização, agora é necessário entender o que é feito antes e depois do resultado deste processo pronto, quem envia, quem recebe, quem avalia, quem corrige, qual o destino final, e o que acontece depois de tudo pronto.

3.1.1 Viabilidade

Inicialmente é realizado pela empresa uma verificação de viabilidade técnica e financeira. Em primeiro caso, é preciso considerar as especificidades da obra.

Um bom exemplo é conhecer bem sobre o terreno que se deseja construir com o intuito de checar se a localização da futura obra possa vir a suportar ou não as tensões solicitantes do edifício, profundidade do lençol freático, a disponibilidade de profissionais especializados, a facilidade de acesso a matéria prima de uso geral, a disponibilidade de fornecedores.

No quesito financeiro, há a necessidade de uma avaliação do orçamento e do fluxo de caixa. Afinal, deve-se saber se a empresa possui, ou não, caixa para realizar a obra. Essa análise também serve para indicar se é preciso buscar por investidores ou formas de financiamento.

Se uma das duas áreas não forem atendidas completamente ou se tiver mais riscos que o desejável, a viabilidade econômica de obras pode ficar comprometida. Então, não basta ter um orçamento bem estruturado se a parte técnica não é atendida corretamente e vice-versa.

3.1.2 Aprovação

O projeto de arquitetura no qual se deriva as demais categorias de projetos é discutido por um grupo de profissionais de várias áreas diferentes com o objetivo de definir itens do projeto de arquitetura, este processo em si já é uma espécie de pré-compatibilização em paralelo a isso ocorre a cotação do projeto de arquitetura e contratação do mesmo. Em seguida os projetos de incêndio também são cotados e contratados pois ambos são necessários para a aprovação.

3.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Após a aprovação dos projetos de arquitetura Legal e incêndio são realizadas cotações das demais disciplinas como por exemplo: estruturas, elétrica, instalações hidrossanitários, dentre outras disciplinas, sendo apresentados preços contudentes ao conteúdo entregue, após essas negociações serem acordadas são fechados os contratos.

É importante ressaltar que no próprio contrato deve contemplar o software a ser utilizado, devendo todos os projetistas entregarem seus projetos no mesmo formato possibilitando assim que o profissional contratando para a compatibilização consiga sobrepor todas as pranchas de todas as disciplinas.

Especificadamente na newinc o sistema operacional utilizado para sobrepor os projetos foi o revit na versão 2019, (mesmo programa utilizado para detalhar o exemplo de compatibilização no início do trabalho),

Com a maioria dos projetos já definidos, fechados e produzidos, os mesmos são entregues a um gerenciador contratado pela incorporadora e responsável por coordenar as entregas de cada etapa de cada um dos projetos.

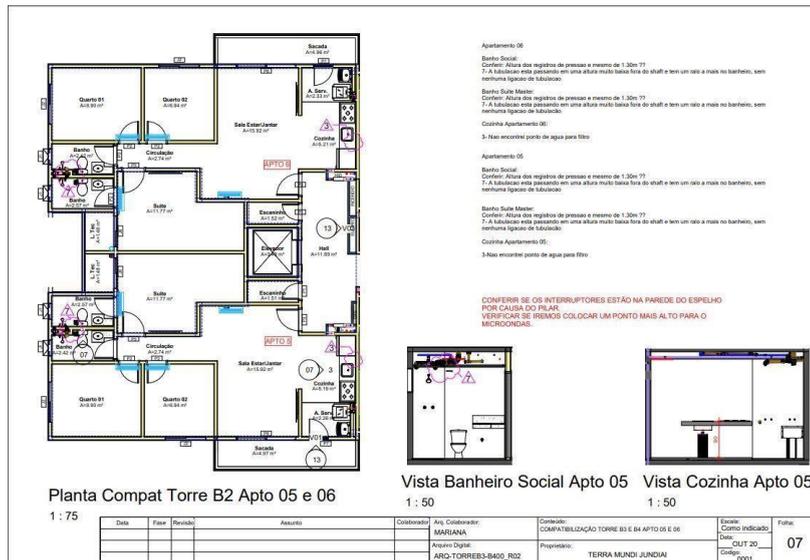
Em paralelo a todos esses acontecimentos um profissional responsável pela parte de compatibilização é contratado com a finalidade de sobrepor todos os projetos de todas as disciplinas em uma plataforma BIM (revit) detectar interferências pontua-las, e solicitar correções.

A partir deste ponto o profissional contratado para a área de compatibilização importa para dentro do sistema BIM os detalhamentos antes feitos pelos respectivos projetistas, visto que nenhum projetista tem acesso ao projeto um do outro.

3.3 PROCESSO DE CORREÇÃO DOS PROJETOS

Sendo entregue todos os projetos ao responsável por compatibiliza-los, o mesmo realiza as sobreposições e identifica todas as possíveis interferências. Após detectá-las as mesmas são pontuadas em projeto e detalhadas em legenda, assim como exemplifica a Figura 12.

Figura 12 – Projeto corrigido interferências identificadas



Fonte: NEWINC, 2019

Semelhantemente é feito com todas as disciplinas nas quais foram fechadas o processo de compatibilização, visto que há a opção de compatibilizar quantas disciplinas se achar necessário, e não necessariamente todas. O condomínio Terra Mundi Eldorado localiza-se em Goiânia (Figura 13).

Figura 13 – Localização do empreendimento



Fonte: GOOGLE MAPS, 2021

A obra na qual foi realizado o estudo de caso, apresentou interferências nas seguintes disciplinas: arquitetura, hidrossanitário, ar condicionado, estrutura e exaustão. O condomínio Terra Mundi Eldorado apresenta um total de 6 torres, com 20 pavimentos tipo e 6 apartamentos por pavimento (Figuras 14 a 16).

Figura 14 – Fachada Terra Mundi Eldorado



Fonte: GOOGLE, 2021

Figura 15 – Fachada Terra Mundi Eldorado Lazer



Fonte: GOOGLE, 2021

Figura 16 – Posição da implantação Terra Mundi Eldorado Lazer



Fonte: GOOGLE, 2021

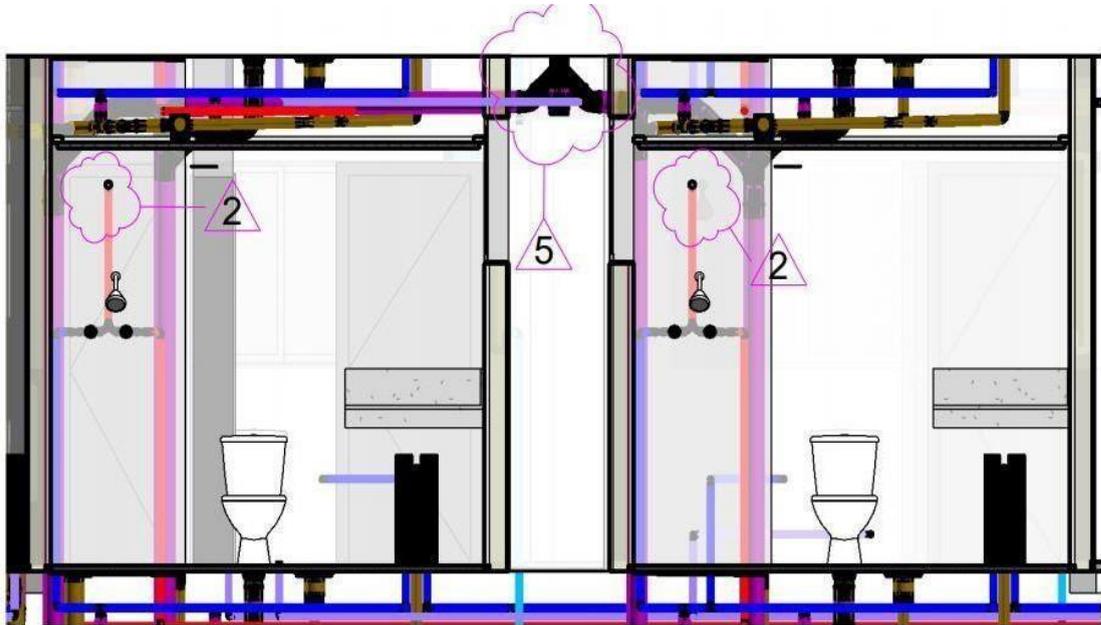
As correções das interferências foram pontuadas por ambientes e apartamentos, visto que as torres são repetições dos pavimentos tipo, as correções tem validade em âmbito geral das torres. Desse modo as correções foram divididas por apartamentos, assim como será exemplificado.

As Figuras 17 e 18 detalham todas as interferências identificadas na sobreposição dos projetos, referente aos apartamentos 3 e 4 nas disciplinas de estrutura, arquitetura, hidrossanitário e exaustão.

Dessa forma, observando-se a legenda do projeto nota-se que nos banheiros dos apartamentos em análise, o ponto de água do chuveiro encontra-se deslocado da posição do chuveiro (Figura 17 - item 2) no projeto de arquitetura, nesse caso é analisado altura, locação horizontal do chuveiro e registros, a disciplina que apresentar erros nestes requisitos será aquela na qual será solicitado correções.

Mais adiante (Figura 17 - item 5), dentro do duto de ventilação, foi identificado a passagem de tubulação de esgoto. Ainda no banheiro, dentro do shaft partes da tubulação estão avançando para dentro de uma viga aparente que passa perpendicular ao banheiro, sendo assim necessário deslocar a tubulação dentro do shaft (Figura 18 - item 1), os banheiros dos apartamentos 3 e 4 apresentaram as mesmas divergências.

Figura 17 – Detalhe compatibilização corte banheiros apartamento final 4

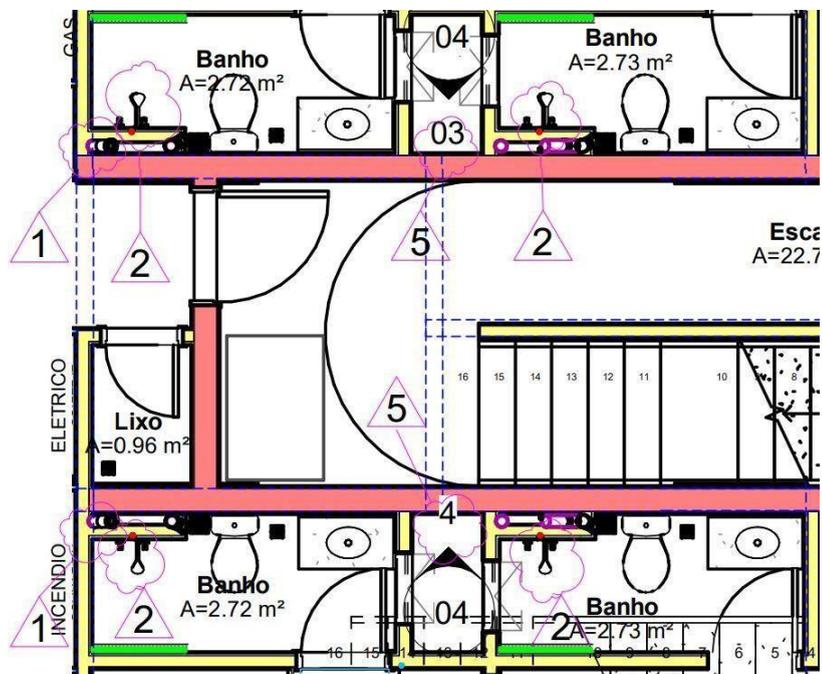


Banhos Apto 04

1 : 50

Fonte: COELHO, 2020

Figura 18 – Detalhe compatibilização planta baixa banheiros apartamentos final 3 e 4



Fonte: COELHO, 2020

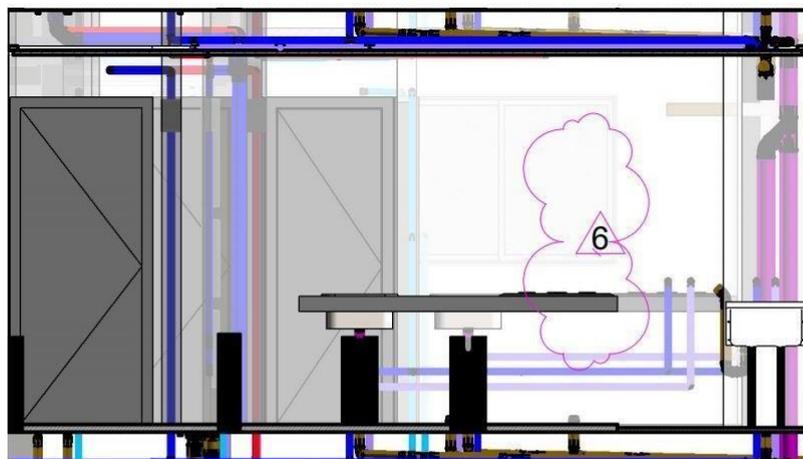
Verificando a cozinha dos aptos 3 e 4, nota-se a ausência dos pontos de água para o filtro (Figura 19 – item 3) e ponto de tomada para coifa (Figura 19 e 20 - item 6). Acompanhando a planta baixa, também foi analisado plantas de corte (Figura 20) nas quais confirmam as interferências antes pontuadas e auxiliam no entendimento das interferências as cozinhas dos apartamentos 3 e 4 apresentam os mesmos erros.

Figura 19 – Detalhe compatibilização planta baixa cozinha apartamento final 4



Fonte: COELHO, 2020

Figura 20 – Detalhe compatibilização corte cozinha apartamento final 4



Cozinha Apartamento 04

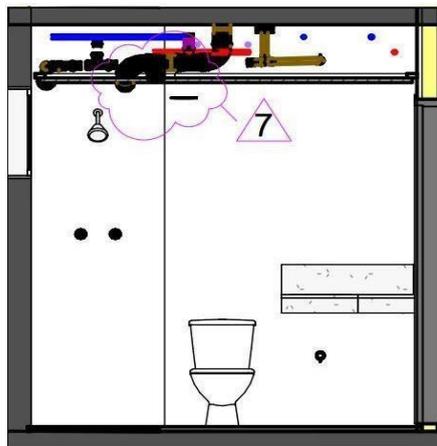
1 : 50

Fonte: COELHO, 2020

Todos os detalhamentos (com exceção do detalhamento de armaduras) são sobrepostos, com a finalidade de conferir o máximo de informações disponíveis em âmbito geral dos projetos. A mesma análise é realizada em todos os apartamentos.

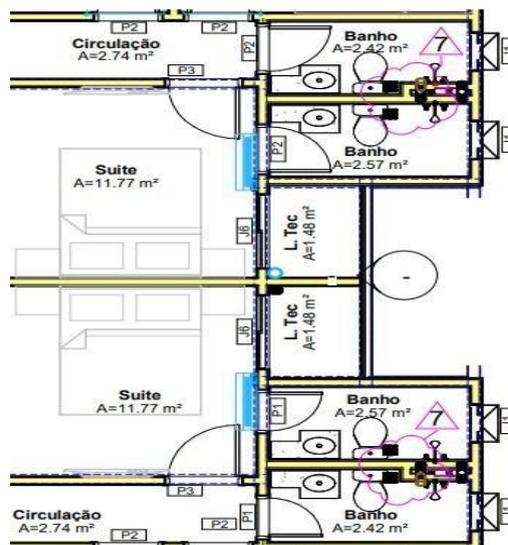
Analisando agora os apartamentos 1 e 2, poucas interferências foram detectadas, e ambas semelhantes as detectadas nos apartamentos analisados anteriormente. Na Figura 21, item 7 pela prancha de corte foi possível notar que a tubulação de esgoto está passando em uma altura inferior ao nível do forro no banheiro, este mesmo problema aparece nos banheiros dos apartamentos 1 e 2 demonstrado na Figura 21 e 22.

Figura 21 – Detalhe compatibilização banheiro apartamento final 1



Fonte: COELHO, 2020

Figura 22 – Detalhe compatibilização banheiros apartamentos final 1 e 2.



Fonte: COELHO, 2020

A cozinha dos apartamentos 1 e 2, também apresentaram apenas a ausência do ponto de água potável para filtro (Figura 23 – item 3).

Figura 23 – Detalhe compatibilização cozinha apartamentos final 1 e 2.



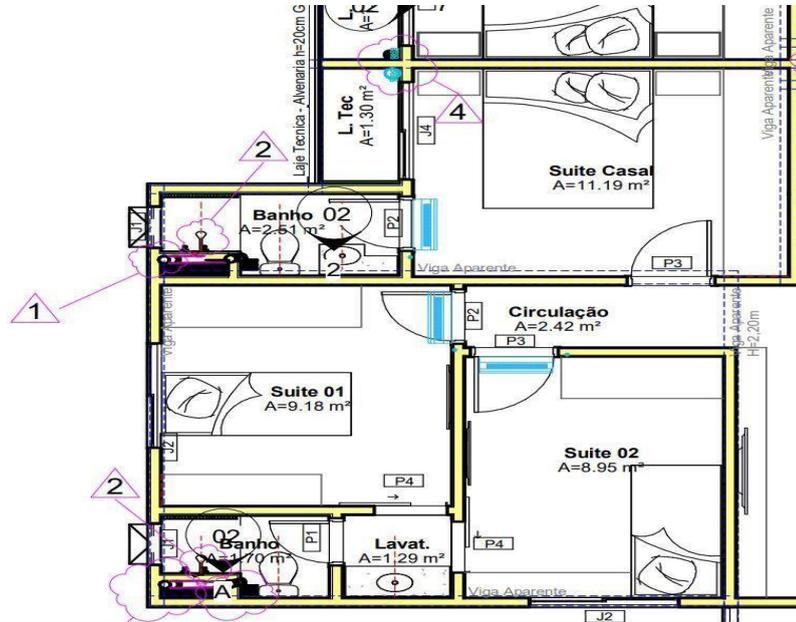
Fonte: COELHO, 2020

Por fim os apartamentos 5 e 6 observa-se interferências muito parecidas com os apartamentos finais 3 e 4, na Figura 26, item 5 contempla novamente a tubulação hidrossanitário passando dentro do duto de ventilação dos lavabos podendo causar diminuição da circulação do ar dessa forma prejudicar a ventilação necessária nos banheiros sem janelas. Nos banheiros dos apartamentos em análise, o ponto de água do chuveiro no projeto de arquitetura encontra-se deslocado do eixo do chuveiro (Figura 24 e 25 - item 2) no projeto hidráulico.

Ainda no banheiro as instalações de esgoto invadem o espaço da viga aparente que passa perpendicular ao banheiro tornando novamente necessário deslocar as tubulações no projeto hidráulico (Figura 24 e 25 - item 1), escarear ou furar a viga para resolver este problema são situações que em alguns casos são adotados, no entanto essa não foi a realidade visto que, a interferência foi identificada e a mesma será resolvida antes mesmo de acontecer no canteiro de obras.

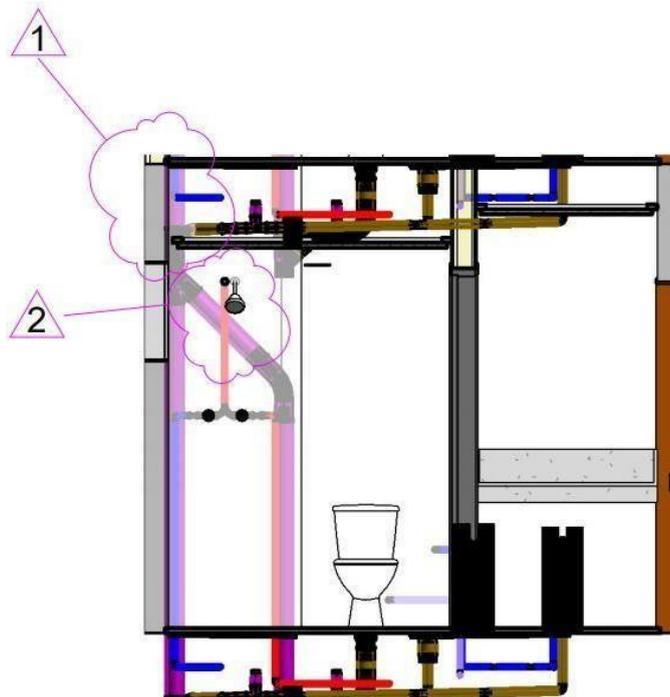
No item 4, as prumadas de água pluvial estão na mesma posição que as redes frigoríferas causando conflito entre a posição dos trocadores de calor do ar condicionado e a tubulação hidrossanitário (Figura 24 e 27 -item 4).

**Figura 24 – Detalhe compatibilização planta baixa
banheiros apartamentos final 5 e 6.**



Fonte: COELHO, 2020

**Figura 25 – Detalhe compatibilização corte banheiro
apartamentos final 5.**

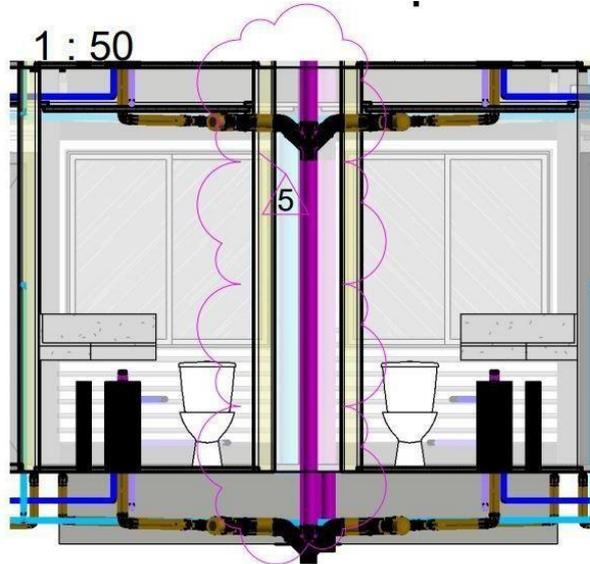


Banho Apto 05- Vista A

1 : 50

Fonte: COELHO, 2020

Figura 26 – Detalhe compatibilização corte lavabos apartamentos final 5 e 6.

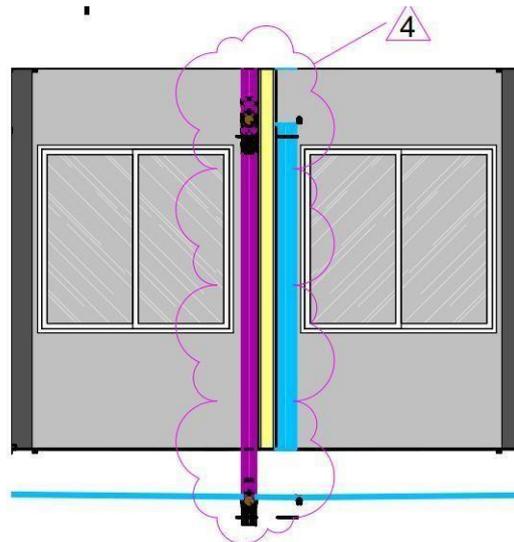


Lavabo Apto 05 e 06 - Vista A

1 : 50

Fonte: COELHO, 2020

Figura 27 – Detalhe compatibilização corte laje técnica apartamentos finais 5 e 6.



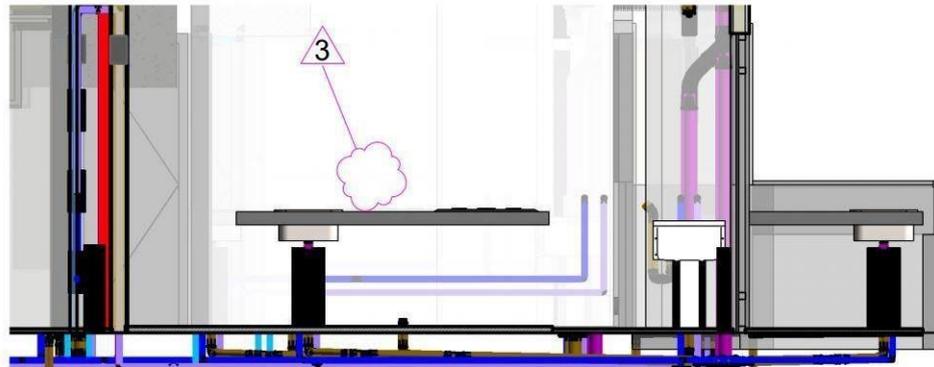
Laje Tecnica Apto 05 e 06

1 : 50

Fonte: COELHO, 2020

Na cozinha dos apartamentos 5 e 6, as cozinhas dos apartamentos, também apresentaram apenas a ausência do ponto de água potável para filtro (Figura 28 – item 3).

Figura 28 – Detalhe compatibilização corte cozinha apartamentos final 5 e 6.



Cozinha Apto 06 - Vista A

1 : 50

Fonte: COELHO, 2020

Finalizando o processo em todos os apartamentos com todas as disciplinas disponíveis e pontuando todas as interferências o responsável pela compatibilização aciona o coordenador de projetos e o encaminha todas as informações pertinentes ao procedimento.

O coordenador encaminha os projetos (mesmo sem correção das interferências) a uma plataforma contratada pela empresa responsável pela execução da obra, (Figura 29).

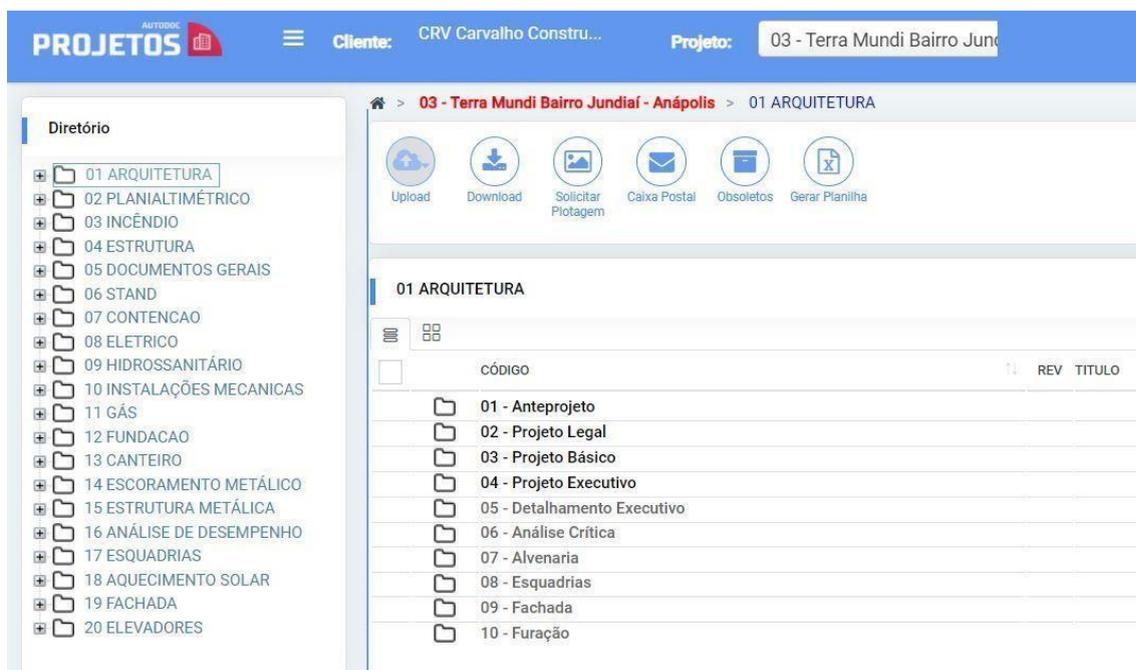
Figura 29 – Pagina inicial autodoc

	código	REV	TITULO	OBS.	STATUS	DATA
<input type="checkbox"/>	01		ARQUITETURA			06/02/2018
<input type="checkbox"/>	02		PLANALTIMÉTRICO			04/04/2016
<input type="checkbox"/>	03		INCÊNDIO			04/04/2016
<input type="checkbox"/>	04		ESTRUTURA			16/02/2018
<input type="checkbox"/>	05		DOCUMENTOS GERAIS			04/04/2016
<input type="checkbox"/>	06		STAND			14/01/2016
<input type="checkbox"/>	07		CONTENÇÃO			20/03/2018
<input type="checkbox"/>	08		ELETRICO			06/02/2018
<input type="checkbox"/>	09		HIDROSSANITÁRIO			06/02/2018
<input type="checkbox"/>	10		INSTALAÇÕES MECANICAS			27/11/2017
<input type="checkbox"/>	11		GÁS			27/11/2017
<input type="checkbox"/>	12		FUNDACAO			20/03/2018
<input type="checkbox"/>	13		CANTEIRO			17/10/2018
<input type="checkbox"/>	14		ESCORAMENTO METÁLICO			23/01/2019
<input type="checkbox"/>	15		ESTRUTURA METÁLICA			30/04/2019
<input type="checkbox"/>	16		ANÁLISE DE DESEMPENHO			30/05/2019
<input type="checkbox"/>	17		ESQUADRIAS			16/09/2019
<input type="checkbox"/>	18		AQUECIMENTO SOLAR			20/11/2019
<input type="checkbox"/>	19		FACHADA			10/01/2020
<input type="checkbox"/>	20		ELEVADORES			11/01/2021

Fonte: AUTODOC, 2021

Esta plataforma trabalha com a gestão de processos, mas especificadamente faz a gestão dos projetos organizando todas as disciplinas, e realizando a distinção dentro de cada disciplina, entre, anteprojeto (esboço ou conjunto dos estudos preliminares), projetos legais (projetos para aprovação na prefeitura), projetos executivos (projetos utilizados na execução da obra), projeto básico (Projeto elaborado com base nos resultados obtidos nos estudos técnicos afim de garantir, a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução) e obsoletos (projetos que não devem mais ser utilizados) ilustra Figura 30.

Figura 30 – Pasta arquitetura autodoc



Fonte: AUTODOC, 2021

A plataforma utilizada pela newinc chama-se autodoc, e lá estão armazenadas todas as informações pertinentes aos projetos da obra até então em fase de planejamento. Dentro da plataforma se tem acesso a todos os projetos em todas as suas fases assim como foi explicado anteriormente (dentro da pasta de Análise crítica encontra-se os projetos obsoletos e suas devidas compatibilizações). O coordenador convoca todos os projetistas para uma reunião para que seja esclarecido todos os problemas identificados, e a melhor solução para todos os problemas encontrados.

Posteriormente a reunião, os projetistas corrigem seus respectivos projetos, e os devolvem ao coordenador, que reuni o máximo de informações as organiza e depois encaminha

novamente ao autodoc e ao profissional responsável pela compatibilização, que mais uma vez irá sobrepor os projetos e conferir se foi corrigido todos as interferências citadas anteriormente, e se após a correção outras interferências surgiram.

Com os resultados da correção, caso os projetos ainda apresentem incoerências entre si, o processo citado anteriormente se repete uma nova reunião é convocada e os projetos novamente são encaminhados os autodoc discriminando-os como obsoletos dentro de suas respectivas disciplinas.

Mas caso as correções sejam bem sucedidas o coordenador outra vez encaminha os projetos ao autodoc discriminando-os dessa vez como projetos executivos, e daí então se dá a necessidade de especificar nos projetos as revisões dos mesmos, visto que, toda vez que um projeto é corrigido é discriminado em seu carimbo o que foi alterado e em qual número de revisão o mesmo se encontra, (Figura 31).

Figura 31 – Carimbo projeto arquitetônico

NOTA: ESTE PROJETO ATENDE AOS CRITÉRIOS DA <i>NBR 15575 NORMA DE DESEMPENHO</i> E NÃO DEVE SER ALTERADO OU EXECUTADO DE FORMA DIFERENTE SEM O CONHECIMENTO E AUTORIZAÇÃO DO AUTOR DO PROJETO.				
NOTA: ESTE PROJETO DEVE SER PLOTADO COLORIDO PARA MELHOR COMPREENSÃO				
REVISÃO	DATA	ETAPA	DESCRIÇÃO DA REVISÃO	RESPONSÁVEL
R05	24/06/2020	EXE	Inclusao Planta Cobertura, Correcao Esquadrias.	Arqta. Mariana
R04	16/06/2020	EXE	Inclusao Planta Opc. Final 04	Arqta. Mariana
R04	05/05/2020	EXE	Ajustes Quadro de Aberturas, Ajuste Pergolado, Inclusao Plantas Opc.	Arqta. Mariana
R03	07/01/2020	EXE	Ajustes de Prancha, cotas e compatibilizacao	Arqta. Mariana
R00	06/04/2019	EXE	Emissao Inicial	Arq.* Mariana Coelho
PROJETO EXECUTIVO PLANTA DE ARQUITETURA EXECUTIVA				

Fonte: NEWINC, 2021

Em paralelo a todo este processo de compatibilização, orçamentos e contratações são definidos, e os primeiros passos para a execução da obra são dados, como por exemplo a limpeza do terreno e execução dos gabaritos.

No entanto a atuação dos projetistas não se limita a realizar todas as correções e simplesmente entregar tudo nas mãos da construtora, sempre que necessário os mesmos ainda devem corrigir seus projetos (alterando assim suas revisões), prestar esclarecimentos e tirar dúvidas quando houver.

Concluindo todo processo detalhado, a obra se inicia, os responsáveis pela execução da obra têm total acesso ao autodoc, uma vez que todo o processo é bem sucedido conseqüentemente vai existir uma maior confiança na veracidade das informações contidas nos projetos. mais assertividade com o desenvolvimento do empreendimento, visto que a compatibilização deixou mais transparente e otimizada toda a estrutura, arquitetura e instalações da edificação.

3.4 VANTAGENS NA REALIZAÇÃO DA COMPATIBILIZAÇÃO

Mesmo as incompatibilidades detectadas no estudo de caso demonstrarem-se de fácil resolução, a grande maioria das obras de grande porte, terceirizam a mão de obra, e realizam compras de materiais trimestralmente. Exemplificando esta realidade para a frente de hidráulica, o levantamento de quantitativos para compra de tubos e conexões são feitos analisando os projetos, se os mesmos não estiverem bem dimensionados e compatibilizados com os demais, a compra de matérias dos próximos 3 meses de obra estará comprometida com a falta ou sobra de materiais visto que será necessário a alteração na execução da rede.

Semelhantemente a empresa que terceirizou o serviço também poderá solicitar aditivos em seu contrato, visto que todos os empreiteiros estipulam seus preços ante ao estudo dos projetos, e qualquer alteração que não esteja prevista no projeto e seja necessária no canteiro de obras, caso o empreiteiro veja que será lesado pela alteração dos seus serviços, automaticamente o mesmo solicitará aditivos pelos serviços não previstos.

Da mesma forma ocorrerá com todas as outras frentes de serviço que apresentem interferências entre si. Gastos extras não previstos com mão de obra, materiais e possíveis retrabalhos em algumas frentes de serviço podem culminar em prejuízos físico financeiros, ou seja, atraso no cronograma e comprometimento no valor final da obra.

4 CONCLUSÃO

Ao final de todo o estudo analisado ao longo deste trabalho, levando em consideração todos os fatores disponíveis para análise, o processo de compatibilização mostrou-se ser uma ferramenta otimizadora no físico financeiro de obras de médio e grande porte, visto que o valor a ser pago para um profissional compatibilizar as disciplinas de projeto é consideravelmente inferior aos prejuízos que poderão surgir com materiais, mão de obra e cronograma.

Além da compatibilização de projetos ainda ser um processo considerado “novo”, pouco utilizado e não obrigatório, sua execução mostrou-se eficaz mesmo as interferências detectadas no estudo de caso não sendo tão expressivas, evitar tais problemas reduz muitos danos com custo e tempo.

A incorporadora na qual foi realizado o estudo de caso utilizou-se da tecnologia BIM para o desenvolvimento das compatibilizações, tecnologia que mostrou-se ser eficiente, demonstra melhor compreensão dos projetos da edificação como um todo não apenas na compatibilização, mas também na concepção de projeto.

A obra na qual foi realizado estudo de caso apresentou pequenas interferências com soluções simples como, desviar o trajeto de tubulações, realocar pontos hidráulicos (ponto do chuveiro por exemplo), altura da tubulação dentro do forro, tubulação entrando dentro de viga, problemas comuns dentro do canteiro de obras que podem gerar dúvidas e alguns prejuízos.

Com tudo o processo utilizado pela NewInc unindo a compatibilização com o BIM mostrou-se bastante eficaz e assertivo, auxiliando na otimização de prazos, redução de gastos desnecessários e melhor percepção da obra como um todo, com isso torna-se perceptível as vantagens adquiridas no investimento dessas tecnologias.

4.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Comparativos de custos entre obras com e sem compatibilização, demonstrando em valores o quantitativo final de economia financeira e assertividade de cronograma.

Comparativo de custo benefício entre softwares BIM, levando em consideração detalhamento entregue, valor de licença, praticidade, facilidade de manuseio e plug-in entre outras plataformas.

REFERÊNCIAS

ALGAYER, T. A. **Compatibilização de projetos na construção civil**: Um estudo do panorama atual e das interferências entre os principais tipos de projetos. 2014. 141 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

AltoQi, QiBuilder. **O mundo mudou e o QiBuilder também**. Santa Catarina, 2020. Disponível em: < <https://altoqi.com.br/qibuilder/>>. Acesso em: 03 de dezembro de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**. Manutenção de BIRX, G. W. **Getting started with Building Information Modeling**. The American Institute of Architects - Best Practices, 2006. Disponível em http://www.aia.org/bestpractices_index. Acessado em: 13.12.2008.

BOMFIM, Carlos Alberto Andrade; LISBOA, Bruno Teixeira Wildberger; DE MATOS, Pedro Cesar Correia. **Gestão de Obras com BIM** – Uma nova era para o setor da Construção Civil. SIGraDi 2016: XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics 9-11, November, 2016 - Buenos Aires, Argentina

CALLEGARI, Simara. **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**. 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CAMPBELL, D. A. **Building information modeling**: the Web3D application for AEC. In Proceedings of the Twelfth international Conference on 3D Web Technology (Perugia, Italy, April 15 - 18, 2007). Web3D '07. ACM, New York, NY, 173-176. Disponível em <<http://doi.acm.org/10.1145/1229390.1229422>>. Acessado em: 20 de outubro de 2020.

CORRÊA, C. V. **A aplicação da engenharia simultânea na dinâmica de elaboração e implantação de projetos para produção de alvenaria de vedação na construção civil**. São Paulo: Dissertação. Engenharia de Produção. Universidade de Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2006.

EASTMAN et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. 1.ed. Porto Alegre: Bookman Editora Ltda, 2014. Tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R; LISTON, K. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.

Edificações – Procedimentos: Atividades Técnicas. Rio de Janeiro, 1999.

FARINHA, Marcel. C.R. Exemplo De Compatibilização De Projetos Utilizando A Plataforma Bim (Building Information Modeling). 2012. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2012.

FERREIRA, R. C. **Uso do CAD 3D na compatibilização espacial em projetos de produção de vedações verticais em edificações**. São Paulo: Dissertação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007.

FERREIRA, Sérgio Leal. **Proposta de ampliação do modelo IFC com a contribuição do IES LM-63: A luminária no ciclo de vida da edificação**. 2005. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

FRANCO, L. S.; AGOPYAN, V. **Implementação da Racionalização Construtiva na Fase de Projeto**. São Paulo, EPUSP, 1993 (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT / PCC / 94).

FRUET, G. M.; FORMOSO, C. T. **Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos de empresas de construção civil de pequeno porte**. In: SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2, Porto Alegre, 1993. Gestão e Tecnologia. Porto Alegre, NORIE / UFRGS, 1993, p.1-52.

GIACOMELLI, Wiliana. **Compatibilização de projetos – estudo de caso**. Revista on-line IPOG. São José, 2014.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de Projetos**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (Mestrado Profissionalizante), São Paulo, 2003.

JUNIOR, Almir Mariano de Souza; MAIA, Clívia Corina Lima Lobo; CORREIO, Prisciliane Roberta Paula de Azevedo. **Compatibilização de projeto arquitetônico, estrutural e sanitário**: Uma abordagem teórica e estudo de caso. 2014.

KYMMEL, W. **Building Information Modeling. Plannig anda managing constrction Project with 4D and simulations**. McGraw – Hill,2008.

MARTINI, Gustavo. **BIM e as políticas públicas do Brasil**. Foz do Iguaçu, 2018. Disponível em: < <https://www.gmarquiteturaengenharia.com/single-post/2018/03/10/BIM-E-AS-POLITICAS-P%C3%9ABLICAS-DO-BRASIL>>. Acesso em: 03 de novembro de 2020.

MELHADO, S. B. **Coordenação de Projetos de Edificações**. Editora Nome da Rosa, São Paulo 1º Edição, 2005.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. São Paulo: Tese - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1994.

MELHADO, S. B.; AGOPYAN, V. **O conceito de projeto na construção de edifícios**: Diretrizes para sua elaboração e controle. São Paulo, 1995. NASCIMENTO, J. M. **A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil**. Instituto de Pós-Graduação – IPOG. Goiânia, GO. 2014.

MIKALDO, Jorge Jr. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D** com o uso de TI. 2006. 150f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná: 2006

MOTTER, A.G.; CAMPELO H.Q. Implantação da tecnologia BIM em escritórios de projetos na região de Curitiba - estudo de casos. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

NASCIMENTO, R. L. **Compatibilização de Projetos de Edificações**. 2015. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

NOVAES, C. C. **A modernização do setor da construção de edifícios e a melhoria da qualidade do projeto**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Florianópolis, 1998. Qualidade no processo construtivo: anais, Florianópolis, UFSC / ANTAC, 1998, v. 1.

PICCHI, F. A. **Sistema de qualidade: uso em empresas de construção**. 1993. 461p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

SALGADO, Mônica Santos. **Gestão do Processo de Projeto na Construção do Edifício** – revisão 1. Apostila. GEPARQ – Grupo de Pesquisa Gestão em Projetos de Arquitetura, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

SILVA, M. A. C.; SOUZA, R. **Gestão do Processo de Projetos de Edificações**. São Paulo: O nome da Rosa, 2003.

SILVA, M. V.M.F.P. **As atividades de coordenação e a gestão do conhecimento nos projetos de edificações**. Dissertação. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

SOLANO, R. S. **Compatibilização de projetos na construção civil de edificações: Método das dimensões possíveis e fundamentais**. In: V Workshop de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, Florianópolis, 2005.

SOUSA, F.J. **Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares** – Estudo de caso. Universidade Católica de Pernambuco (Dissertação). Recife, 2010.

SUZUKI, R. T.; SANTOS, E. T. Planejamento 4D no Brasil: levantamento orientado à percepção de resultados pelos diversos “stakeholders” da construção. In: **ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO**, 7, 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.