

USO DO BIM PARA MELHORIA DOS PROCESSOS DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES COM MÚLTIPLOS PAVIMENTOS.

Nayamma Almeida da Silva¹, Leonete Cristina de Araújo Ferreira Medeiros Silva²

Resumo: A Modelagem de Informação da Construção – *Building Information Modeling* (BIM) tem grande importância no setor da Construção Civil. Uma das suas principais vantagens é a construção virtual, onde é possível compatibilizar projetos otimizando o tempo, reduzindo erros e custos, e agregando valor a obra. O objetivo do trabalho consiste em analisar a aplicação da metodologia BIM em uma empresa da construção civil, evidenciando como ocorre a coordenação de projetos e a interoperabilidade com outros setores, como construtora e projetistas. Ainda, consiste em propor um método automatizado de verificação de conflitos através de um software BIM. Para tal, utiliza-se como base um empreendimento na cidade de Recife/PE. Perante o exposto, o estudo irá destacar as ferramentas utilizadas pela empresa para coordenar e compatibilizar os projetos, elaborar o relatório de incompatibilidades, bem como irá descrever a criação do método de verificações automatizadas de conflitos. Por fim, conclui-se que o domínio da empresa no tocante ao BIM mostrou-se viável, pois através de uma gestão e planejamento eficaz, se tem soluções idôneas garantindo mais qualidade e comprometimento com o serviço prestado. Com as verificações automatizadas, é possível melhorar a qualidade do serviço, pois minimizam os erros de execução e o tempo envolvido na análise dos projetos, como também melhora a colaboração das partes envolvidas nos processos da construção de um empreendimento.

Palavras-chave: modelagem da construção; construção civil; automatização de projetos.

1. INTRODUÇÃO

A modelagem BIM – *Building Information Modeling* – é a mais recente forma de modelagem da Construção Civil. Seu grande diferencial é obter mais êxito e menos erros nas etapas de execução dos projetos. Além disso, essa modelagem também se diferencia da metodologia convencional CAD – *Computer-Aided Design* – por sua facilidade em integralizar e compatibilizar projetos verificando possíveis erros de interferência para que sejam solucionados antes da execução da obra (EASTMAN et al., 2014). Sacks et al. (2021), descreve o BIM como sendo “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”.

Apesar de bastante utilizado em outros países ao redor do mundo, o BIM tornou-se obrigatório apenas em 2021 no Brasil. Apesar disso, essa modelagem não é tão recente, sendo desenvolvida em 1974 foi criado pelo professor Charles M. Eastman e sua equipe o conceito BDS (*Building Description System* – Sistema de Descrição da Construção), visando a passagem dos projetos realizados em papel para a utilização de sistemas computacionais (softwares), chamados de Desenho Assistido por Computador – CAD – (EASTMAN et al., 2014). Seguindo este pensamento, G.A. Van Nederveen e Tolman (1992) abordaram a necessidade da integralização e compatibilização dos projetos onde, pela primeira vez, ouviu-se falar sobre o termo BIM.

Além de toda essa evolução tecnológica, o BIM não é apenas uma proposta 3D, esta modelagem agrega diversas dimensões, onde cada uma refere-se aos diferentes níveis de informação de um modelo BIM. Sendo assim, a 3D consiste na modelagem paramétrica, 4D diz respeito ao planejamento (análise de tempo), 5D ao orçamento (análise de custo), 6D a sustentabilidade (social, econômica e ambiental), 7D a gestão da manutenção e 8D visa a segurança. No Brasil, o mais comum é efetuar projetos até a dimensão 5D, porém surge a necessidade de subir mais um degrau em direção a exatidão e melhoria do desempenho, otimizando ainda mais o tempo de projeto e minimizando erros humanos (BARBOSA, 2014).

A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), realizou uma Pesquisa Nacional sobre a Digitalização das Engenharias no Brasil em 2022, onde resultou que apenas 25,5% dos profissionais de engenharia do Brasil conhecem os usos específicos do BIM aplicados à tecnologia 4.0 – indústria com soluções tecnológicas voltadas para automatizar e conectar os processos industriais. O BIM transformou o processo de construção civil, sendo um novo caminho para alcançar a produtividade. Por isso, é altamente relevante entender como utilizar o BIM na construção civil. Com a aplicação dessa tecnologia, os sistemas construtivos são avaliados fazendo o uso de modelos virtuais, que reduzem erros e proporcionam vantagem competitiva, visto que aumenta a produtividade e a confiança durante a execução do projeto.

Segundo Fridrich e Karel (2014), todas as possibilidades do BIM facilitam e otimizam o trabalho resultando, de forma considerável, na redução da produção da construção agregando valor e diminuindo desperdícios de tempo e dinheiro. A compatibilização de projetos consiste em encontrar e resolver conflitos entre projetos distintos, tendo em vista aspectos construtivos, operacionais e de manutenção (KORMAN; TATUM, 2000). A maior vantagem da compatibilização de projetos é a redução das interferências e a reparação do erro antes da execução da obra, evitando custos não orçados e atrasos no cronograma (RILEY; HORMAN, 2001).

Portanto, compreender como o BIM ocorre em uma empresa da construção civil se faz importante para compreender de fato a metodologia BIM. Com isso, o objetivo do trabalho consiste em analisar como acontece a coordenação de projetos na empresa utilizando o BIM, ou seja, desde o recebimento do projeto, a modelagem (dimensão 3D), passando pelo planejamento e cronograma (dimensão 4D) até a entrega do relatório de incompatibilidades. Ainda, com o intuito de realizar uma compatibilização mais eficiente, mais precisa e em menos tempo, o presente trabalho visa automatizar a detecção de conflitos através de um software BIM.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Caracterização do estudo

Este estudo de caso tem como método de pesquisa a ordem descritiva. Segundo Gil (2002), as pesquisas descritivas propõem estudo das características de uma população, e ainda, uma relação entre variáveis. Ainda segundo o autor, algumas pesquisas descritivas se assemelham das explicativas, na qual vai além da identificação da existência de relações entre variáveis. O empreendimento que foi objeto de estudo deste trabalho será construído no município de Recife, Pernambuco, Brasil. Desta forma, segundo o mesmo autor, o presente trabalho também é descrito como um estudo de caso.

Conforme Richardson (2008), a pesquisa se classifica como qualitativa e quantitativa. O termo quantitativo faz referência a trabalhos que utilizam estatística, percentuais, média, entre outros atributos. Já o método qualitativo diverge do quantitativo por não usar como referências os princípios estatísticos. Pelo próprio nome, uma pesquisa qualitativa é aquela usada para entender a natureza de um fenômeno.

Dito isso, o ponto de partida dessa pesquisa corresponde a entender o conceito da Modelagem de Informação da Construção (BIM), visando a sua importância para a construção. Então, foi estudado como esta metodologia pode ser aplicada na prática em uma empresa da construção civil. Para isso, foram realizadas entrevistas com os Diretores, para compreender como ocorre o planejamento realizado na plataforma ClickUp e, ainda, foi disponibilizado um de seus projetos com o intuito de demonstrar como ocorre todo o processo de interoperabilidade, registro de incompatibilidades, melhorias, como também automação de verificações em BIM.

Os procedimentos metodológicos do trabalho estão demonstrados na Figura 1.

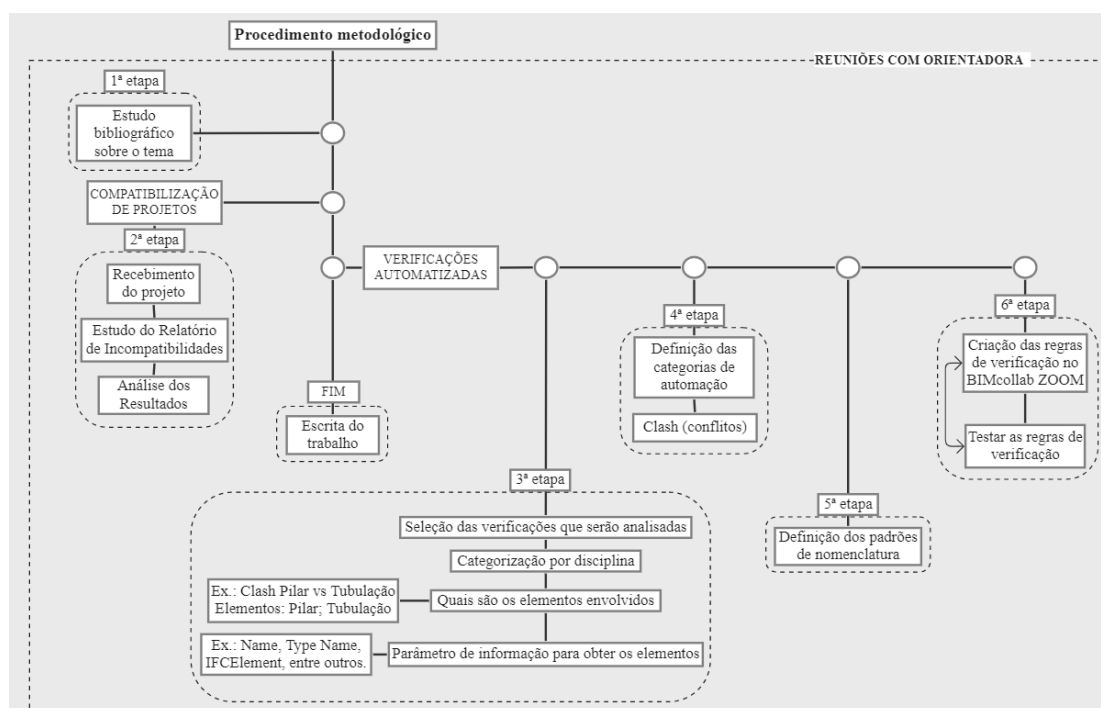


Figura 1. Procedimentos metodológicos do trabalho - Fluxograma. (Autoria própria)

2.2. Atores do processo

Para que os objetivos deste trabalho fossem atendidos, foi realizada uma análise de todo o processo de desenvolvimento do projeto, assim como sua compatibilização. Para isso, foram realizadas entrevistas com os profissionais especializados na gestão de projeto utilizando a metodologia BIM (Empresa Projeto 5D). A empresa supramencionada é responsável pela execução da modelagem do projeto arquitetônico (recebido inicialmente em 2D - AutoCAD), desenvolvimento dos projetos complementares (estrutural e instalações), compatibilização dos projetos e criação do relatório de incompatibilidades.

Ainda sobre a Empresa, a Projeto 5D é pioneira no Nordeste com a Coordenação de Projetos. A supracitada, fundada em 2018, fornece soluções inovadoras para melhorar a qualidade no setor da construção civil. Com a utilização da metodologia BIM, realizam a coordenação, compatibilização e otimização dos empreendimentos. Com isso, aumentam a eficiência e reduzem custos antes mesmo do início da obra. Através da coordenação é possível apontar incompatibilidades e ao otimizar o projeto, são reduzidos custos de materiais e mão de obra, resultando em um retorno muito maior sobre o investimento (CAMPESTRIN et al., 2015).

Além da Empresa que atua na Coordenação dos Projetos (Projeto 5D), havia a presença de outras empresas no projeto, sendo válido destacar a atuação de cada uma:

- Empresa X - Construtora: contratante do serviço, realiza a coordenação dos projetos, execução da obra e gestão financeira do empreendimento;
- Empresa Y: projetistas, responsáveis pela elaboração e envio dos projetos

2.3. O empreendimento

Para o estudo de caso, a Empresa Projeto 5D disponibilizou o empreendimento que está localizado no município de Recife, no Estado de Pernambuco, Brasil. Tal projeto contempla um empreendimento residencial multifamiliar, composto por unidades com área construída de 28 e 45m², vagas de garagem (vagas rotativas – 2 pavimentos Vazados), suítes/quartos (1 e 2 quartos), 23 Andares, 5 apartamentos por andar. Ainda, o espaço conta com área gourmet, playground, sala fitness, piscina panorâmica, jardim, entre outros locais.

A Figura 2 mostra o layout do pavimento tipo, que contém 5 apartamentos (2 apartamentos Tipo A e 3 apartamentos Tipo B), área para unidades condensadoras, elevador social, elevador de serviço, circulação e escada.



Figura 2. Planta layout do pavimento tipo. (Projeto 5D, 2022)

2.4. O processo

A Empresa estudada, especialista na Coordenação de Projetos, adota totalmente a metodologia home office, onde todos os seus colaboradores (sócios e estagiários) residem em diferentes Estados do Brasil.

Dito isso, todas as reuniões do processo da Coordenação de Projetos através da metodologia BIM, acontece na plataforma de comunicação Gather. Ao receber um novo projeto, ele é diretamente armazenado no Google Workspace da empresa, para que na etapa da modelagem o projeto seja salvo automaticamente, evitando a perda de dados importantes. Então, se o projeto entregue estiver no arquivo DWG (interface 2D – AutoCAD), será realizado a modelagem no Revit. Com a modelagem concluída, se faz a exportação do arquivo de RVT para IFC, para que seja adicionado no software BIMcollab, com a finalidade de realizar a compatibilização dos projetos.

Após a compatibilização, através do passeio virtual, são detectadas incompatibilidades entre os projetos, onde essas informações irão compor o relatório de incompatibilidades (dentro do software Bimcollab). Após os projetistas receberem as notificações do Relatório, é encaminhado uma nova revisão à Projeto 5D, para que seja feito novamente todo o procedimento anterior, para, então, desenvolver a retroanálise do relatório e correção da modelagem. Em síntese, é esse o processo que a Empresa adota para coordenar seus projetos, como pode ser visualizado no fluxograma da Figura 3.

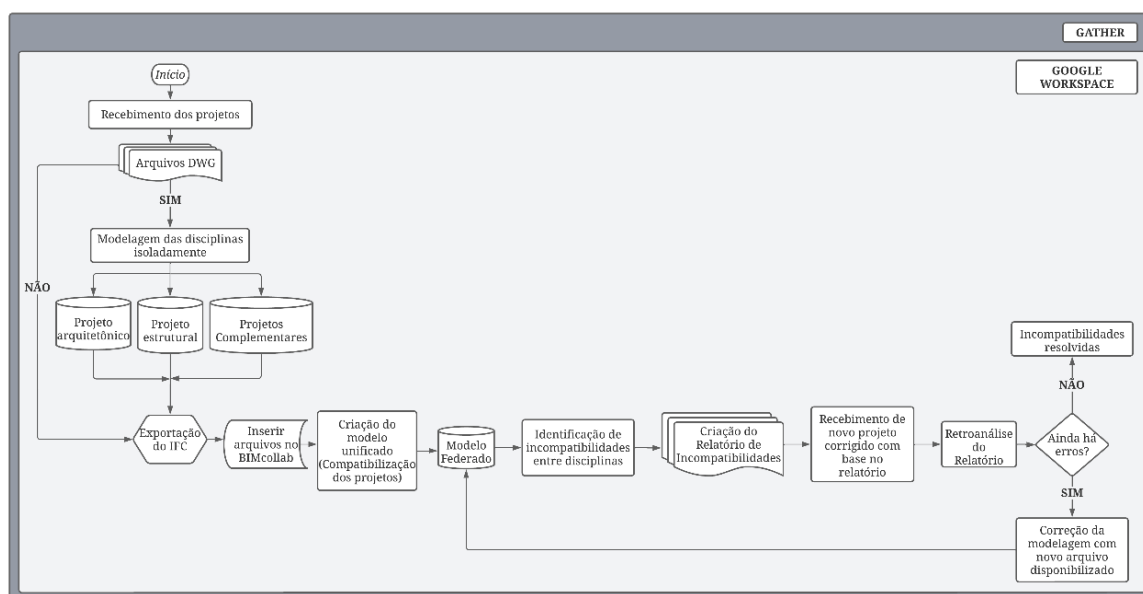


Figura 3. Processo de coordenação de projetos. (Autoria própria)

2.4.1. Ferramentas digitais e softwares utilizados

2.4.1.1 Gather

Gather é uma plataforma de bate-papo por vídeo projetada para tornar as interações virtuais mais humanas, construindo uma melhor maneira de se encontrar online. A missão da Gather é remover restrições da vida das pessoas, sendo possível trabalhar quando e onde quiser. Através do Metaverso, tem-se uma camada virtual sobre o mundo físico onde as pessoas podem trabalhar, socializar e aprender. E, ainda, com as ferramentas de criação, os usuários podem construir seus próprios espaços personalizados e interativos (GATHER, 2022).

Devido a empresa adotar a metodologia home office, é através desta ferramenta online que são realizadas as reuniões da Empresa Projete 5D (Figura 4). Também, foi através desta que foram realizadas as entrevistas com o Diretor Sócio da Empresa.

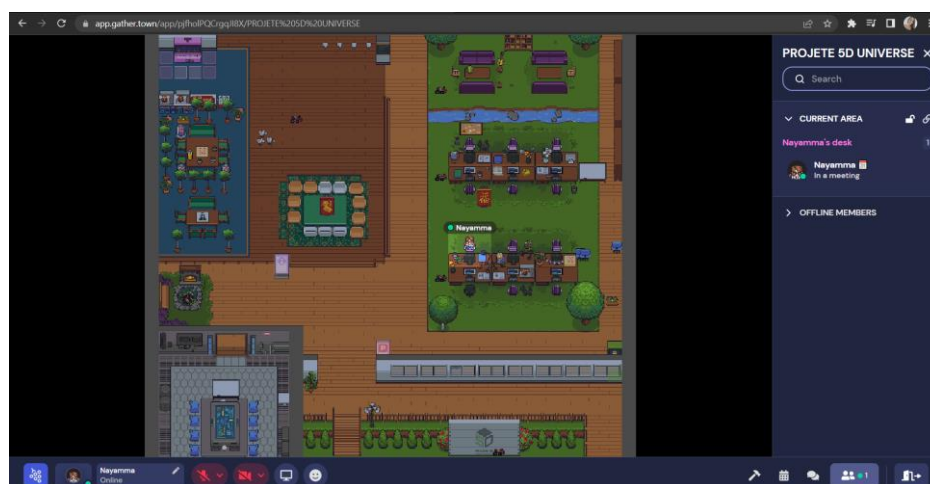


Figura 4. Espaço virtual da empresa estudada. (Autoria própria)

2.4.1.2 Google Workspace

Google Workspace é um serviço do Google que fornece planos com variações de produtos Google, sendo possível personaliza-los de maneira independente com o nome de domínio do cliente. Os planos deste serviço oferecem e-mail personalizado para as empresas, além de conter ferramentas de colaboração como o Gmail, Agenda, Meet, Drive, Documentos, Planilhas, Apresentações, Formulários, Sites e muitas outras. Dentre esses

produtos, está o Google Drive, que se caracteriza como um serviço de armazenamento e sincronização de arquivos (GOOGLE, 2022).

A PROJETE 5D utiliza essa ferramenta digital para armazenar todos os documentos da empresa, como projetos, coordenação, documentos de gestão, centro de educação da empresa, entre outros.

2.4.1.3 ClickUp

O ClickUp é um aplicativo que permite a realização de qualquer planejamento em qualquer área. Mais do que o gerenciamento de tarefas, a ferramenta também fornece documentos, lembretes, metas, calendários, agendamento, entre outros. É um software totalmente personalizável, que permite ajustar o espaço de trabalho de acordo com o seu modo de trabalho. Ainda, permite atribuir tarefas aos membros da equipe, gerenciar projetos para clientes e colaborar documentos com parceiros.

As principais funcionalidades dessa ferramenta de gerenciamento, que proporciona um desenvolvimento ágil no trabalho remoto, são: Gerenciamento de processos (simplifica projetos e fluxos de trabalho com as etapas corretas); Gerenciamento de tarefas (organiza tarefas, rastreia mudanças e gerencia a equipe); Gerenciamento de tempo (criação de agendas, organiza calendários, gerencia a capacidade e controla o tempo); Colaboração e relatórios (comunicação entre os responsáveis, geração de relatórios, compartilha informações de uma forma totalmente segura e confiável).

Em vista disso, a empresa utiliza o software de gerenciamento de projeto ClickUp para melhorar o desenvolvimento, agilidade e organização de suas equipes, estabelecendo uma rotina para atingir as metas de negócios e completar os objetivos do projeto, de forma organizada e clara para todos.

Na Projete 5D cada empreendimento passa por três etapas, que são chamadas de Construção Virtual 01 (CV01), Construção Virtual 02 (CV02), Construção Virtual 03 (CV03). A Tabela 1 esclarece o significado de cada etapa.

Tabela 1. Etapas dos empreendimentos. (Projete 5D, 2022)

Etapa	Descrição
CV01	Arquitetura Legal; Estrutura - Pré forma; Estudos preliminares instalações (Locação Shafts, definição de tipo de sistemas, validações da arquitetura legal).
CV02	Arquitetura Anteprojeto; Estrutura - Forma (Planta de cargas + Fundação); Anteprojeto instalações (Traçado das instalações, pranchas para aprovação).
CV03	Arquitetura Executiva; Estrutura – Armações; Documentação para obra de instalações.

Com as atividades definidas em cada etapa, é possível adicionar o tempo estimado, data de início e término, data final da atividade, tempo rastreado (quantas horas desenvolveu a atividade), responsáveis e nome do empreendimento.

As Figuras 5, 6 e 7 mostram como as etapas do empreendimento estudado foram divididas. Por exemplo, na etapa CV01 o tempo estimado para a modelagem de arquitetura foi de 20 horas, que ocorreria do 18 de abril ao dia 22 de abril. Porém, a atividade só foi concluída em 4 maio, ultrapassando o tempo estimado.

TAREFAS	TEMPO ESTIMADO	DATA DE INÍCIO	DATA DE VENC...	FINAL DATE	TEMPO RASTREADO	RESPONSÁVEL	EMPREENHIMENTO
CV01 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES	120h			-	0:00:00	NS	Carlos Mend...
CV01 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES							
Relatório Preliminar de Arquitetura	15h	Abr 1	Abr 5	Abr 5	15:00:00	NS	Carlos Mend...
CV01 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES							
Modelagem de Arquitetura (Tipo+Atípico)	20h	Abr 18	Abr 22	Mai 4	65:00:00	NS	Carlos Mend...
CV01 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES							
Modelagem de Estrutura (Tipo)	25h	Abr 6	Abr 12	Abr 13	30:00:00	NS	Carlos Mend...
CV01 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES							
Elaboração de Relatório de incompatibilidades	25h	Abr 25	Abr 29	Mai 6	50:00:00	NS	Carlos Mend...
CV01 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES							
Modelagem de Estrutura (Atípico)	10h	Abr 13	Abr 14	Abr 22	30:00:00	NS	Carlos Mend...
CV01 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES							
Retroanálise de relatório + Correção das modelagens	25h	Jul 18	Jul 22	Jul 22	25:00:00	NS	Carlos Mend...
CV02 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES	175h			-	0:00:00		Carlos Mend...
CV03 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES				-	0:00:00		Carlos Mend...

Figura 5. Planejamento do empreendimento na fase CV01. (Adaptado de ClickUp, 2022)

Carlos Mendonça	3 TAREFAS	TEMPO ESTIMADO	DATA DE INÍCIO	DATA DE VENC.	FINAL DATE	TEMPO RASTREADO	RESPONSÁVEL	EMPREENHIMENTO
CV01 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES	6	120h			-	0:00:00	NS	Carlos Mend...
CV02 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES	10	175h			-	0:00:00		Carlos Mend...
CV02 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES	2/2	50h	Jul 13		-	50:00:00		Carlos Mend...
Elaboração do relatório de incompatibilidades		10h	Set 8	Set 9	Set 9	10:00:00		Carlos Mend...
CV02 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES	3/3	10h	Set 12	Set 13	Set 20	21:00:00		Carlos Mend...
Correção da modelagem de arquitetura		15h	Set 14	Set 16	Set 21	10:00:00		Carlos Mend...
CV02 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES		10h	Set 23	6 dias atrás	-	12:30:00		Carlos Mend...
Modelagem de PPCI		10h	5 dias atrás	4 dias atrás	-	12:30:00		Carlos Mend...
CV02 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES		10h			-	0:00:00		Carlos Mend...
Modelagem de Gás		25h			-	0:00:00		Carlos Mend...
CV02 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES		10h			-	0:00:00		Carlos Mend...
Modelagem de SPDA		10h			-	0:00:00		Carlos Mend...
CV02 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES		10h			-	0:00:00		Carlos Mend...
Elaborar Relatório de incompatibilidades		10h			-	0:00:00		Carlos Mend...
CV02 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES		10h			-	0:00:00		Carlos Mend...
Modelagem de Climatizações		25h			-	0:00:00		Carlos Mend...
CV02 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES		25h			-	0:00:00		Carlos Mend...
Retroanálise + correção das modelagens		3			-	0:00:00		Carlos Mend...
CV03 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES	3				-	0:00:00		Carlos Mend...

Figura 6. Planejamento do empreendimento na fase CV02. (Adaptado de ClickUp, 2022)

Carlos Mendonça	3 TAREFAS	TEMPO ESTIMADO	DATA DE INÍCIO	DATA DE VENC.	FINAL DATE	TEMPO RASTREADO	RESPONSÁVEL	EMPREENHIMENTO
CV01 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES	6	120h			-	0:00:00	NS	Carlos Mend...
CV02 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES	10	175h			-	0:00:00		Carlos Mend...
CV03 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES	3				-	0:00:00		Carlos Mend...
CV03 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES					-	0:00:00		Carlos Mend...
Modelagem executiva de Arquitetura					-	0:00:00		Carlos Mend...
CV03 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES					-	0:00:00		Carlos Mend...
Extração dos quantitativos conforme EAP/Insumos					-	0:00:00		Carlos Mend...
CV03 - ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES					-	0:00:00		Carlos Mend...
Relatório de Incompatibilidades dos projetos Executivos					-	0:00:00		Carlos Mend...

Figura 7. Planejamento do empreendimento na fase CV03. (Adaptado de ClickUp, 2022)

2.4.1.4 AutoCAD – Autodesk

Criado e comercializado pela empresa Autodesk desde 1982, o Autocad se caracteriza como um software do tipo CAD (*Computer Aided Design* – Desenho Auxiliado por Computador). Amplamente desfrutado nos ramos da arquitetura e engenharia, o Autocad projeta principalmente desenhos bidimensionais – 2D. Todos os arquivos são gerados em formato ‘dwg’ e, por essa razão, aplicou-se o programa à uma fase inicial da obra. O software considerado uma revolução tecnológica por conseguir facilitar o avanço dos projetos desenhados no papel para uma máquina destinada ao processamento de dados, conhecida como Computador. Apesar deste desenvolvimento ter sido muito satisfatório na época, com o passar dos anos sentiu-se a necessidade de uma atualização neste processo.

A empresa, normalmente, recebe projetos nesse modelo para que seja realizada a modelagem 3D. Ainda com o auxílio desse software, inicialmente foi realizada a sobreposição de pranchas em suas variadas revisões com o intuito de analisar de forma rápida e genérica os projetos. Com esse estudo é possível detectar se as dimensões da escada atendem a fórmula de Blondel, também é possível avaliar se o projeto dispõe de quadro de esquadria, se os cortes estão coerentes com o que está representado na planta baixa, entre outras análises.

Na Figura 8 tem-se a sobreposição do projeto arquitetônico com o projeto estrutural, por exemplo, onde foi detectado que o pilar P7 na área da escada está desalinhado em relação a arquitetura e estrutura.

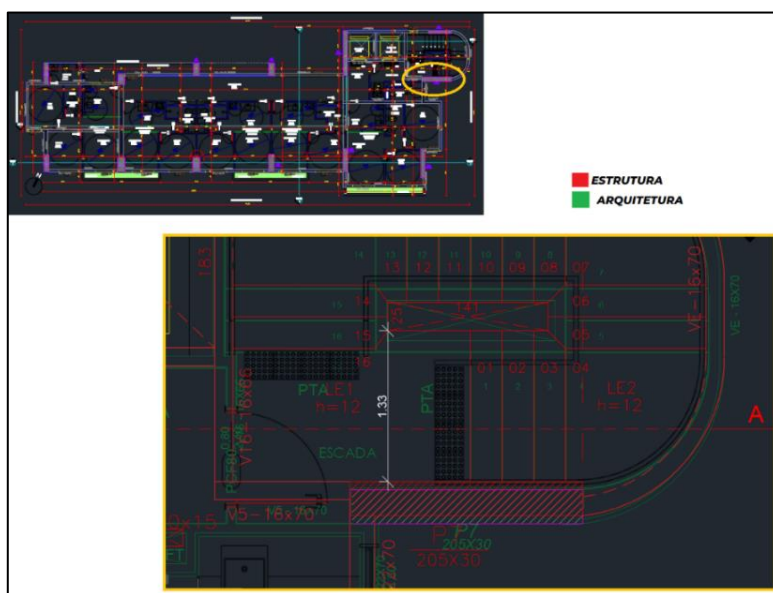


Figura 8. Sobreposição de pranchas. (Adaptado de projetos, 2022)

Após essa sobreposição e análise prévia do projeto, foi realizada a transferência desse modelo para o software Revit como forma de “Vínculo CAD”. Com essa inserção, se faz a modelagem do projeto seguindo os limites expostos pelo desenho em 2D.

2.4.1.5 Revit – Autodesk

Software lançado e comercializado pela empresa Autodesk em 2002, o Revit se caracteriza como uma família de programas integrados compostos pelo Revit Architecture – Arquitetura, Revit Structure – Estrutural e Revit MEP – Mechanical, Electrical, Plumbing, auxilia engenheiros, projetistas e empreiteiros das áreas de mecânica, elétrica e hidráulica a projetar em alto grau de detalhe e a trabalhar de forma integrada com todos os projetistas envolvidos na construção. A versão mais conhecida e utilizada deste software é o Revit Architecture, sendo o atual líder de mercado para o uso do BIM em projetos de arquitetura (EASTMAN et al., 2014).

Através desse software realiza-se a modelagem do projeto arquitetônico, estrutural, instalações elétricas, instalações hidrossanitárias, PPCI (plano de prevenção e proteção de combate a incêndio), gás, SPDA, entre outros. Também, são desenvolvidas “famílias” parametrizadas para comprar o banco de dados da empresa. Para o empreendimento estudado, modelou-se o projeto arquitetônico, estrutural, PPCI e gás, até o momento.

Por conseguinte, exportou o arquivo em RVT (extensão dos projetos do Revit) para IFC (*Industry Foundation Classes* – Trata-se de um formato de arquivo neutro, que contém dados (informação), cuja finalidade proporciona o intercâmbio de informações para um modelo informativo sem perda ou distorção desses dados). É através na inserção desse arquivo no software BIMcollab, que ocorre a interoperabilidade com todos os setores que envolvem o empreendimento.

2.4.1.6 BIMcollab – KUBUS

BIMcollab é um software de propriedade da KUBUS, uma empresa localizada na Holanda, Europa. Esse software, cuja finalidade é o gerenciamento de problemas e validação de modelos, ajuda a indústria da construção a otimizar os fluxos de trabalho com o auxílio da metodologia BIM. Além disso, gerencia as incompatibilidades da maneira mais eficiente:

- Conecta as ferramentas: permite a visualização dos resultados obtidos em plataformas de verificação de modelos diretamente nos softwares de modelagem BIM;
- Sempre no controle: Todas as issues (incompatibilidades), relatórios e comunicação em apenas um software;
- Integrações dos projetos no formato IFC.

2.5 Compatibilização dos projetos

O BIMcollab ZOOM é caracterizado como uma ferramenta de detecção de conflitos e validação de modelo

mais intuitiva do mundo. Fornece visualização, validação e detecção de conflitos (clashes) para arquivos IFC totalmente integrados no fluxo de trabalho de gerenciamento de problemas. Essa ferramenta é excelente para discutir problemas gerados no projeto, auxiliando na análise de dados para encontrar falhas nos projetos e verificar soluções. A navegação é rápida, fácil compreensão e fluida, mesmo com grandes arquivos. A Tabela 2 apresenta a descrição dos recursos presentes no BIMcollab ZOOM.

Tabela 2. Recursos do BIMcollab ZOOM. (Autoria própria.)

Representação	Recursos do BIMcollab Zoom	Descrição
	Navegação fluida	Alta qualidade de imagem e navegação fluida para todos os arquivos.
	Compartilhamento ágil	Inserção de parceiros com atualizações simultâneas e compartilha dados BIM na nuvem.
	Deteção de conflitos	Fácil visualização através do passeio virtual e as Smart View (adição de cores nos elementos).
	Estruturação de dados BIM	Cria propriedades únicas e classificações com Smart Properties.
	Extração de dados do modelo	Criação próprias de listas dinâmicas, com buscas detalhadas das quantidades que você precisa.
	Relatórios do Power BI	Utilização dos dados do modelo BIM para alimentar painéis de indicadores customizados dos projetos em tempo real.

2.6 Relatório de Incompatibilidades

Com o BIMcollab Zoom a empresa desenvolve relatórios de incompatibilidades, sendo possível destiná-los as partes interessadas, utilizando alguns recursos disponíveis no software, como: prazos, urgência de resposta, disciplinas envolvidas, fase do empreendimento, comentários, descrições, títulos, entre outros.

Antes de iniciar o registro das incompatibilidades, ajustou-se o servidor para o padrão de notificação da empresa. Foi adicionado os tipos de incompatibilidades (Conflito, Concepção de projeto, Falha de representação, Inconsistência Técnica e Ausência), as áreas do empreendimento (Pavimento Semienterrado, Pavimento Térreo, Pavimento Vazado 01, Pavimento Tipo, entre outros) onde podem acontecer as incompatibilidades, as prioridades de resposta (simples, normal e crítica), as milestone (Construção Virtual 01, Construção Virtual 02, Construção Virtual 03), os labels (Arquitetura, Estrutura, Elétrica, Telefonia, Gás, Incêndio, Hidrossanitário, SPDA, Climatização, Pavimentação, Fundações, entre outros), como também o cadastro dos profissionais responsáveis. Após isso, iniciou-se a elaboração do Relatório de Incompatibilidades seguindo o passo a passo a seguir.

Para adicionar uma notificação ao projetista, utiliza-se a aba “ISSUE” do BIMcollab ZOOM, clicando o “+”, como mostra a Figura 9. A Figura 10 pontua a forma de preenchimento na aba “ISSUE” no software.



Figura 9. Adicionar notificação no BIMcollab ZOOM. (Autoria própria)

A Figura 10 pontua a forma de preenchimento na aba “ISSUE” no software.

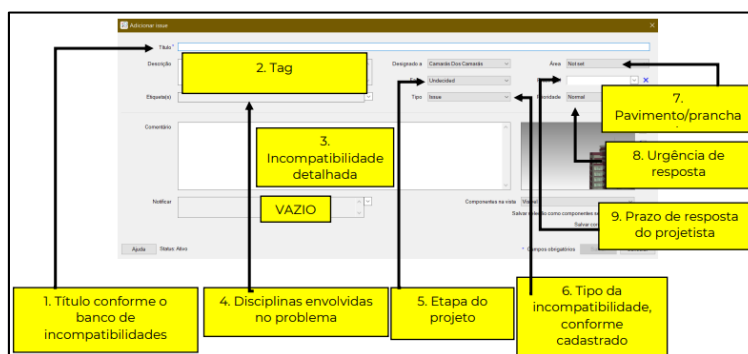


Figura 10. Padrão de notificação no BIMcollab ZOOM. (Autoria própria)

De forma geral, a Tabela 3 explica os pontos destacados em amarelo na Figura 14.

Tabela 3. Informações para criação do Relatório de Incompatibilidade. (Autoria própria.)

Item	Descrição
[1]	O título deve seguir o padrão de registro do banco de dados da empresa, por exemplo: ID-ELEMENTO
[2]	Utilização de tags S-I-D para informar o que está escrito nos comentários. S – Sugestão; I – Incompatibilidade; D – Dúvida.
[3]	Detalhar o problema de modo que seja de fácil compreensão.
[4]	Seleção de todas as disciplinas envolvidas no problema, podendo ser selecionadas quantas forem necessárias
[5]	A etapa na qual o projeto se encontra (CV1, CV2, CV3).
[6]	Determinação do tipo (sugestão, incoerência técnica, conflito, etc) do problema citado.
[7]	Localização do problema (prancha/pavimento/planta onde a incompatibilidade está acontecendo)
[8]	Urgência de resposta para a incompatibilidade
[9]	Prazo para o projetista resolver a incompatibilidade (caso essa informação não exista, deixar vazio)

Ainda nesse registro, há possibilidade de designar a notificação para o projetista. Para isso, o profissional deve estar cadastrado na página do empreendimento do software.

2.7 Verificações automatizadas

O método de verificação automatizada de conflitos utilizando BIM, contém um conjunto de atividades, orientações e padrões estabelecidos, mediante esse fato torna-se mais amplo do que somente uma aplicação de um software (FERNANDES; FORMOSO; TZORTZOPOULOS-FAZENDA, 2018). É importante esclarecer a distinção entre o sistema computacional e os métodos de verificação automatizada.

O sistema computacional simplesmente aplica regras pré-determinadas a um banco de dados, em contrapartida os métodos de verificação devem ser definidos considerando as situações cuja estão incorporados. De maneira sucinta, um sistema computacional de verificação automatizada avalia várias informações que estão inseridas em um banco de dados, contendo um modelo BIM, e retorna resultados para serem comparados com valores pré-estabelecido (BORRMANN; RANK, 2010).

No tocante aos métodos de verificação, estes envolvem mais atribuições, visto que os dados de entrada devem ser preparados para que as análises sejam realizadas de forma eficiente e diligente, com resultados consistentes e úteis. Sendo assim, um método de verificação consiste no conjunto de procedimentos, classificações e ações necessárias para uma gerar uma verificação automatizada coerente e eficaz (FERNANDES; FORMOSO; TZORTZOPOULOS-FAZENDA, 2018).

O processo de verificação automatizada pode ser dividido em quatro etapas: (a) estudo e seleção das regras; (b) especificar os parâmetros do modelo por meio da criação de diretrizes de modelo e classificações de objetos; (c) executar as regras; e (d) analisar os resultados (EASTMAN et al., 2009). Ainda de acordo com os autores, a etapa de execução da verificação (aplicação no software) pode ser subdividida em duas etapas: a primeira diz respeito a utilização do software de modelagem BIM; e a segunda deve acontecer através de um programa de verificação.

Em complemento as etapas mencionadas anteriormente, Sacks et al. (2021) informam a importância de preparar o projeto para que a ferramenta possa ser utilizada de forma satisfatória, o que acontece de três formas: inserindo no modelo informações que precisam ser verificadas; verificando a consistência do modelo no programa; classificando os objetos do modelo (SACKS et al., 2021).

2.7.1 Automatização dos Conflitos

Como forma de melhoria para a empresa estudada, pesquisou-se sobre a viabilidade de aplicar as verificações automatizadas de conflitos nos empreendimentos. Visto que, até então, a análise de conflitos era realizada através do passeio virtual no software BIMcollab. Portanto, neste tópico será abordado todas as etapas necessárias para criar as regras para detecção automáticas de conflitos.

2.7.1.1 Definição das categorias de automação

A categoria de automação utilizada para este trabalho será Clash (Conflito). Isto é, serão identificados conflitos entre disciplinas. As disciplinas envolvidas são Arquitetura (ARQ), Estrutura (EST), Hidráulica (HID), Esgoto (ESG), Elétrica (ELE) e Incêndio (INC).

2.7.1.2 Definição do Padrão de nomenclatura

A fim de evitar erro nas verificações, por vezes é necessário que os responsáveis pela verificação realizem a classificação manual dos objetos. À vista disso, procura-se evitar a adição de erros de nomenclatura nos projetos BIM. Por exemplo, um lavatório pode ser descrito como “pia” e ser entendido como pia da cozinha quando ocorrer a verificação. Outro exemplo é quando não há informações suficientes nos objetos paramétricos, no caso das paredes de alvenaria e drywall, mas ambas estão nomeadas apenas como “parede” podem ser tratadas como um único elemento. Também é importante evitar que um mesmo elemento esteja com nomes diferentes, para que a verificação não deixe de ocorrer (FERNANDES; FORMOSO; TZORTZOPOULOS-FAZENDA, 2018).

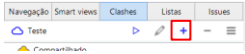
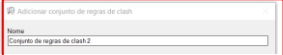
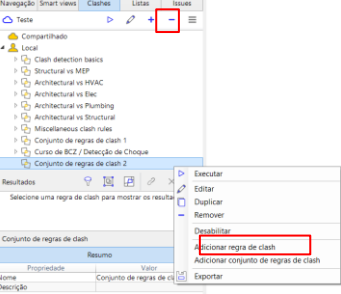
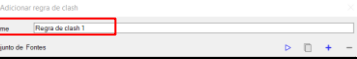
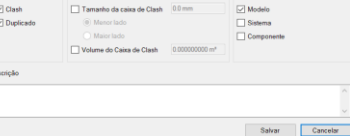
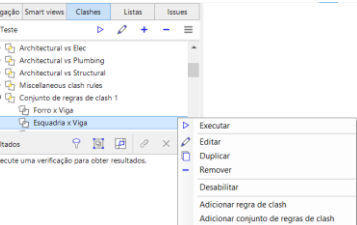
No caso da verificação automatizada, a nomenclatura do modelo é imprescindível, em virtude da necessidade de produzir dados que sejam testáveis (NAWARI, 2012). O padrão de nomenclatura é necessário, porque a ambiguidade e imprecisão são atributos presentes na comunicação humana, podendo interferir na compreensão correta dos objetos para uso posterior em sistemas de verificação (SAUSSURE, 2004).

2.7.1.3. Criação das regras de verificação no BIMCollab Zoom

Para configurar uma regra do Clash é necessário compreender que todas elas fazem parte de um conjunto de regras. Dentro do conjunto, podem ser adicionadas regras com finalidade semelhantes.

Inicialmente, antes de adicionar o conjunto de regras, é importante realizar dois passos: (1) Iniciar o BIMcollab ZOOM com uma licença ativa (há uma versão do BIMcollab ZOOM gratuita com limitações de alguns recursos, para realizar a detecção de clashes é necessária uma licença); (2) Inserir um modelo no BIMcollab ZOOM. Diante disso, para cadastrar as regras no software, serão necessárias 7 etapas (Tabela 4):

Tabela 4. Etapas para criação das regras de verificações automatizadas de conflitos. (Autoria própria)

Etapa 1		Clicar na guia 'Clash', selecionar a pasta Local. Então, para criar um conjunto de regras clicar no botão '+' ou clicar com o botão direito e 'adicionar conjunto de regras do Clash'
Etapa 2		Inserir um nome e uma descrição clara ao conjunto de regras do Clash
Etapa 3		Selecionar o conjunto de regras do Clash recém-criado, adicionar uma regra do Clash a este conjunto clicando no botão '+' novamente ou clicando com o botão direito do mouse no conjunto de regras, selecione “Adicionar regra de Clash”.
Etapa 4		Nomear a regra do Clash
Etapa 5		Definir os elementos para detecção de Clash
Etapa 6		Definir os detalhes de uma regra do Clash. Após isso, clica-se em salvar.
Etapa 7		Para executar a regra Clash clica-se com o botão direito do mouse sobre ela e escolhe a opção 'Executar'. Também é possível executar um conjunto completo de regras do Clash, realizando um duplo clique no conjunto de regras do Clash ou clicando no botão 'Executar' para executar todos os conjuntos de regras do Clash ao mesmo tempo.

Para definir os parâmetros de regras, é necessário adicionar informações aos espaços destacados etapa 5 tanto para o “Conjunto de Fontes” quanto para o “Conjunto de Alvos”. Para isso, tem-se as definições de cada parâmetro:

- Tipo de elemento: tipos de IFC sobre os quais esta regra se refere;
- Propriedade: propriedade que define os elementos desta regra;
- Operador: valor da propriedade, a menos que seja textual, depois preenche-se o valor na próxima etapa. O menu suspenso do operador depende da propriedade escolhida;
- Valor: Preencha o valor, se necessário;
- Ação: Escolha uma das opções (“Adicionar”, “Remover”, “Remover outros”, ‘E...’). Após escolher ‘E...’, um novo parâmetro de regra é adicionado automaticamente para definir melhor o parâmetro já adicionado.

Na etapa 6, quando os elementos a serem verificados são definidos, é possível limitar as interferências que serão encontradas com outras configurações

- Tipo: determina se a verificação ocorrerá por Confrontos, Duplicatas ou ambos.
- Tolerâncias: substitui as tolerâncias padrão em relação ao tamanho da caixa de interferência, volume ou ambos.
- Incluir clashes de um único: define se o resultado pode conter interferências cujos elementos em conflito são encontrados no mesmo modelo, sistema ou componente.
- Descrição: descreva a regra de forma clara para que sua finalidade seja facilmente identificável.

Após executar a(s) regra(s) Clash, as interferências aparecem na parte 'Resultados' logo abaixo das regras.

2.8 Resultados e Discussões

2.8.1 Compatibilização de projetos – Relatório de Incompatibilidades

No tocante a compatibilização dos projetos, o BIMcollab forneceu a visualização 3D do empreendimento, onde foi possível realizar o passeio virtual para detectar possíveis incompatibilidades, para posteriormente fazer o relatório de incompatibilidades para os responsáveis. A Figura 11 demonstra as imagens dos projetos compatibilizados e a Figura 12 mostra a modelagem do empreendimento.

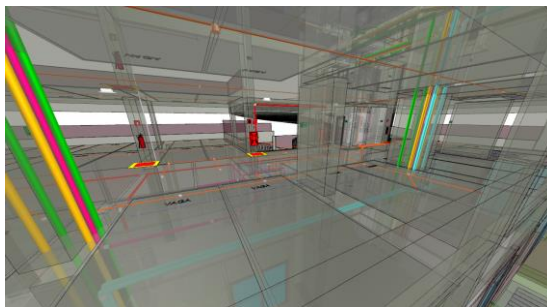


Figura 11. Compatibilização dos projetos no BIMcollab. (Autoria própria)



Figura 12. Empreendimento no BIMcollab. (Autoria própria)

Através da coordenação de projetos, obteve-se, até o momento, 141 incompatibilidades, dentre estas, até o momento, tem-se 83 notificações ativas e 58 notificações resolvidas. Sendo 72 caracterizada com “Normal” (incompatibilidade comum ou recorrente), 66 sendo “Crítica” (incompatibilidades críticas para o andamento da obra e que devem ser consideradas prioritárias) e 3 “Simples” (falhas de representação em prancha que não acarretam grandes problemas na obra). Dentre as notificações caracterizadas como Críticas, a maior incidência ocorreu entre os projetos de arquitetura e estrutura.

Em relação as prioridades, foram, até o momento, 65 notificações para “Falha de representação”; 30 para “Conflitos”, 26 para “Ausência” e 20 para “Inconsistência Técnica”. A Falha de representação corresponde ao mesmo local sendo representado por desenhos com elementos diferentes em cada vista, cortes com detalhes diferentes do que está na planta, entre informações textuais (ou entre textos e desenhos). Basicamente, os conflitos são caracterizados como confrontos entre diferentes elementos. Ausência ocorre com a falta de algum elemento importante (representação de uma parte do projeto, dado ou texto), falta de algum arquivo (ou arquivos corrompidos). As notificações indicadas com inconsistência técnica representam que não estão em conformidade com a legislação, às normas e/ou erro no dimensionamento.

É de suma importância destacar que não são apenas textos ou dúvidas que foram solucionadas ao longo do tempo, na verdade foram retrabalho, custos, tempo, melhorias e otimizações. É, de fato, “a obra antes da obra”. O trabalho da empresa de coordenação em BIM contribui para o progresso, produtividade e eficiência das construtoras. Isto significa que auxilia no trabalho do coordenador do projeto, permitindo-lhe: trabalhar de forma mais eficiente; melhorar o desempenho; contabilizar e gerir contratos; tomar decisões mais decisivas; encontrar abordagens novas e construtivas. Com a ajuda dos conceitos BIM, é possível trazer todas as etapas e detalhes de produção e construção para ajudar a alcançar mais dinamismo, redução de custos e produtividade na entrega final. Vale destacar que a coordenação do empreendimento ainda está em andamento passando por fases de

aprovação pela construtora, em conjunto com os projetistas e a empresa responsável pela coordenação dos projetos.

2.8.2 Compatibilização de projetos – Visualização de conflitos

Os resultados de uma regra Clash são visíveis no BIMcollab ZOOM na janela Resultados abaixo das regras Clash e no modelo 3D. Além disso, a caixa de informações mostra informações sobre os confrontos.

Após executar a detecção de conflitos, clicou-se na regra Clash para visualizar os resultados do modelo na janela 3D. Os resultados de toda a regra do Clash ficaram destacado no modelo por caixas de interferência vermelhas. Essas caixas indicam um local específico do confronto onde 2 elementos se chocam. A caixa de interferência contém apenas a parte dos elementos em conflito.

A Figura 13 mostra um exemplo de conflito entre esquadria e elemento estrutural. Ao visualizar as interferências no modelo 3D, é possível modificar as configurações de visualização para melhorar a compreensão das interferências.

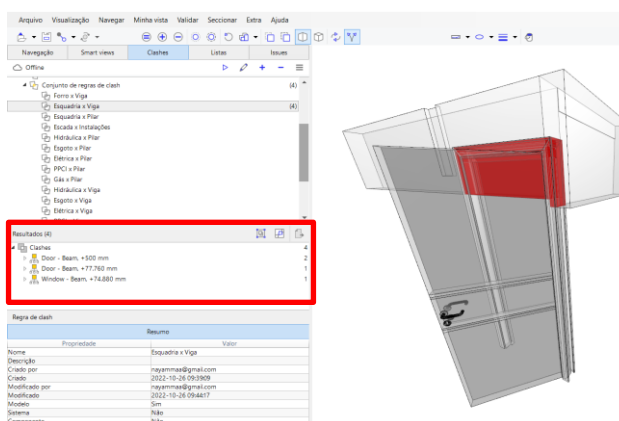


Figura 13. Resultado da regra Clash – Esquadria vs Viga. (Autoria própria)

2.8.2.1 Tabela de padronização

Foi necessário analisar elemento por elemento para adicionar os parâmetros de clash. A exemplo disso, tem-se o caso da esquadria (por exemplo, janela) colidindo com elemento estrutural (por exemplo, viga), como mostra a Figura 14. Ainda, a Figura demonstra outros exemplos de regras clash.

Conflito	Fonte	Tipo de elemento	Propriedade	Operador	Valor	Ação	Alvo	Tipo de elemento	Propriedade	Operador	Valor	Ação
ARQ x EST	Janela	Window	IFC Element	Contém	Window	Adicionar	Viga	Beam	IFC Element	Contém	-	Adicionar
ARQ x HID	Escada	Stair	IFC Element	Contém	-	Adicionar	Tubulação e conexões	Pipe Fitting Pipe Segment	Type Type Name	Contém	AF	Adicionar
ESG x EST	Tubulação e conexões	Pipe Fitting Pipe Segment	Type Type Name	Contém	ESG	Adicionar	Viga	Beam	IFC Element	Contém	-	Adicionar
HID x ESG	Tubulação e conexões	Pipe Fitting Pipe Segment	Type Type Name	Contém	AF	Adicionar	Tubulação e conexões	Pipe Fitting Pipe Segment	Type Type Name	Contém	ESG	Adicionar
ARQ x EST	Porta	Door	IFC Element	Contém	Door	Adicionar	Viga Pilar Laje	Beam Column Slab	IFC Element	Contém	-	Adicionar

Figura 14. Exemplo de padronização das verificações automatizadas.

Ainda, foi possível determinar a quantidade de clash para cada regra criada no BIMcollab, onde foram detectados ao Conjunto de regra criado 3602 conflitos. Vale salientar que deste número pode ter sido gerado devido a algum erro de modelagem, não sendo necessário para notificar ao responsável do projeto.

3. CONCLUSÕES

Através deste trabalho buscou-se demonstrar a importância da compatibilização de projetos ser gerenciada por pessoas capacitadas e especializadas, tal como na utilização de recursos técnicos para o desenvolvimento de projetos, principalmente no caso das grandes obras. O uso do BIM permite que os projetos sejam analisados com mais rapidez, cooperando na geração de soluções para os problemas presentes.

A verificação automatizada por regras é uma realidade presente na tecnologia BIM. Este recurso permite a verificação dos elementos, suas propriedades e relações entre eles, através de um modo automatizado. Mediante a utilização das análises, vários parâmetros e especificações do projeto podem ser verificados, como interferências entre disciplinas. Este estudo contribuiu para demonstrar que a tecnologia é eficaz, pois dentre as

vantagens deste recurso estão a minimização dos erros e do tempo envolvido na análise dos projetos, além disso facilita a colaboração das partes envolvidas nos processos da construção de um empreendimento.

Portanto, um ambiente colaborativo facilita um bom fluxo de informações ao envolver outros membros no processo de projetos com base no conhecimento e experiência previamente adquiridos de especialistas em diferentes disciplinas. Além disso, o planejamento não elimina todos os problemas do projeto, mas pode reduzir significativamente sua ocorrência. O ato de planejar não deve ser uma operação realizada apenas no início de um projeto, pelo contrário, é necessário haver muito planejamento (e coordenação) durante a implementação do projeto.

Por fim, percebe-se que a coordenação de projetos se torna eficaz no quesito de gerenciamento, pois através deles são solucionados vários problemas como concepção de projetos, falha de representação, inconsistência técnica, conflitos entre disciplinas, resultando não em somente textos presentes em um relatório, mas sim em qualidade de serviço, bem como em milhares de redução de custo para os envolvidos. Como sugestão para trabalhos futuros, pode ser feito uma análise do empreendimento estudado neste trabalho já totalmente concluído e analisar a redução de custo que se teve levando em consideração todas as melhorias e otimizações feitas para o empreendimento, também pode-se ampliar o método para a verificação de empreendimentos como um todo, incluindo não apenas uma verificação de conflitos entre disciplinas, mas também averiguar se estas atendem à normas técnicas.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BARBOSA, Ana Cláudia Monteiro. **A Metodologia BIM 4D e BIM 5D Aplicada a um Caso Prático: Construção de uma ETAR na Argélia**. Instituto Superior de Engenharia do Porto – ISEP. Mestrado em Engenharia Civil. 2014.
- [2] BORRMANN, A.; RANK, E. **Query Support for BIMs Using Semantic and Spatial Conditions Topological Analysis of 3D Building Models Using a Spatial Query Language**. Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies, 2010.
- [3] CAMPESTRINI, T. F. et al. (2015). **Entendendo o BIM**. Curitiba.
- [4] EASTMAN, C. et al. Automatic Rule-Based Checking of Building Designs. **Automation in Construction**, v. 18, n. 8, dec. 2009.
- [5] EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: a guide to building information for owners, managers, designers, engineers and contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.
- [6] EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM - Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, contrutores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- [7] FERNANDES, Guilherme von der Heyde; FORMOSO, Carlos Torres; TZORTZOPOULOS-FAZENDA, Patrícia. Método para verificação automatizada de requisitos em empreendimentos Habitacionais de Interesse Social. **Ambiente Construído**, v. 18, p. 259-278, 2018.
- [8] FRIDRICH, Jan; KAREL, Kubečka. (2014). BIM – The Process of Modern Civil Engineering in Higher Education. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 2014. ISSN 1877-0428.
- [9] A BETTER way for your remote team to build a culture. **Gather Town**, 2022. Disponível em: <<https://www.gather.town/>>. Acesso em: 15 de out de 2022.
- [10] GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 1999.
- [11] COMO as equipes de todos os tamanhos se conectam, criam e colaboram. **Google**, 2022. Disponível em: <<https://workspace.google.com/intl/pt-BR/>>. Acesso em: 15 de out de 2022.
- [12] 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.
- [13] NAWARI, N. Automating Codes Conformance. **Journal of Architectural Engineering**, v. 18, n. 4, p. 315-323, dec. 2012.
- [14] RICHARDSON, R.J. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. 3. Ed. Reimpressão. São Paulo: Atlas, 2008.
- [15] 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.
- [16] SACKS, Rafael et al. **Manual de BIM-: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção Para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. Bookman Editora, 2021.
- [17] SAUSSURE, F. **Curso de Linguística Geral**. São Paulo: Cultrix, 2004.
- [18] UCM. Pesquisa mapeia uso de tecnologias digitais por engenheiros no Brasil. **Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)**, 2022. Disponível em: <<https://www.abdi.com.br/postagem/pesquisa-mapeia-uso-de-tecnologias-digitais-por-engenheiros-no-brasil>>. Acesso em: 31 de out de 2022.
- [18] VAN NEDERVEEN, G. A.; TOLMAN, F. P. Modeling multiple views on buildings. **Automation in Construction**, Amsterdam NL, v. 1, issue 3, p. 215-224, Dec. 1992.