XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

RECOMENDAÇÕES PARA O PROCESSO DE FURAÇÃO EM PROJETOS BIM

Recommendations for the structural voids provisioning process on the BIM designing

Humberto Farina
IN Prediais | São Paulo | Brasil | humberto@inprediais.com.br

Resumo

O processo de projeto em BIM requer uma organização apropriada da informação e dos fluxos de atividades para se obter benefícios em termos de eficiência, minimizando situações inesperadas durante a fase de construção. Neste sentido, o processo de furações dos elementos da estrutura em projetos desenvolvidos em BIM é modelado para que as tarefas e os fluxos de informações sejam definidos visando o uso do formato IFC e protocolos BCF. Os fluxos de trabalho apresentados permitirão que a coordenação de projetos possa conduzir o processo de furação dos elementos estruturais com organização e eficiência, obtendo uma importante contribuição para a qualidade das suas atividades.

Palavras-chave: Furações BIM. Processo BIM. PEB. Coordenação BIM.

Abstract

The designing BIM process requires a better organization of information and the tasks flows for the benefits achievement in terms of efficiency, minimizing unexpected situations during the construction phase. In this way, the process of providing voids in the structural elements for the BIM designing process is modelled, defining the tasks and the information flows observing the IFC format and BCF protocols. The task flows presented will allow the designing coordination drives the structural voids provisioning process with organization and efficiency, obtaining an important contribution for the quality of its activities.

Keywords: Voids provisioning. BIM process. BEP. BIM Coordination.

INTRODUÇÃO

O projeto de um edifício é um processo multidisciplinar que visa o desenvolvimento das diversas disciplinas (arquitetura, estrutura, hidráulica, elétrica, mecânica, etc.) de forma integrada para que se construa de acordo com as expectativas do Cliente.

O processo de desenvolvimento do projeto é evolutivo e segue passos para alcançar a maturidade desejada dos sistemas propostos e estes passos são divididos por

FARINA, H. Recomendações para o processo de furação em projetos BIM . In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2022. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/2082

etapas, desde os estudos conceituais até o projeto executivo. As etapas são executadas à medida em que cada disciplina reúne uma quantidade de informações suficiente para avançar. São informações de diversas fontes, como por exemplo, premissas definidas pelos contratantes, informações precedentes provindas de outras disciplinas ou conclusões tiradas do desenvolvimento de cálculos e verificações.

A abordagem de desenvolver os projetos por etapas vem sendo questionada com o ingresso de novas tecnologias, como o BIM, com o uso de plataformas colaborativas e de compartilhamento gráfico, no entanto, é notória a necessidade de coordenação dos fluxos de informação. A informação e seu grau de integração em uma equipe de Projeto são preconizados por [1], em que descreve os níveis de maturidade da implantação BIM desde níveis iniciais de modelagem até um grau de integração elevado. Sem dúvida, o caminho não será somente tecnológico para isso, e sim de aplicação de processos bem desenhados.

Independentemente da possibilidade de se ter atualmente a informação com maior velocidade, preocupa o fato que a qualidade da comunicação seja perdida, sem regras para que o conteúdo seja construído e transmitido. Destaca-se aqui a necessidade de padronizações de processos e de uso de planos de execução BIM (PEB). Para o processo ter sucesso, a modelagem deve estar bem clara e ser parte do plano de Execução BIM do Projeto, é neles que são mostradas as interdependências das informações de acordo com a etapa de evolução dos trabalhos [2].

A ISO 19.650 traz em específico o conceito de colaboração entre os integrantes da equipe de Projeto, bem como a necessidade de elaboração de planos gerais de entrega, e requisitos para troca de informações [3], o que reforça a necessidade de construção de conteúdos orientativos para subsidiar a gestão do processo BIM. Por isso, entende-se que para quem um processo de projeto ocorra de forma eficiente, faz-se necessária uma coordenação e de um fluxo de trabalho desenhado, o que irá trazer ritmo e harmonia ao resultado.

A maestria do coordenador de projetos é um dos diversos fatores para o sucesso do trabalho em equipe. Esta função requer atributos importantes como, de inteligência emocional (gestão de pessoas), de entendimento do desejo contratante, de conhecimento dos processos, de análise, de organização e de iniciativa – todos insumos para uma boa liderança. Logicamente, uma equipe de alto desempenho depende do compromisso e das competências de todos, além de clareza das responsabilidades individuais e dos procedimentos a serem seguidos.

Cabe ressaltar que os representantes de cada disciplina devem buscar de forma proativa ter as informações que precisam para as suas atividades, evoluindo o conteúdo e evitando trabalhar com muitas incertezas, o que poderia gerar informações equivocadas ou omissões que prejudicaria a fluidez do processo. Isto na prática se resume às indesejadas revisões e no aumento do prazo para a conclusão dos trabalhos.

Ainda outro ponto, talvez tão relevante quanto a colaboração e conhecimento técnico da equipe é o estabelecimento de regras que possam auxiliar na modelagem

dos sistemas prediais e a compatibilização. Definir prioridades entre sistemas com hierarquias de ocupação de espaço, dando preferências a elementos de maior rigidez ou tamanho, podem trazer regras que geram eficiência nos trabalhos.

É apresentado [4] um critério que trouxe benefícios para a eficiência do processo de compatibilização reduzindo a um terço do tempo, com um processo de modelagem mais longo. A ideia foi de aplicar princípios de prioridade de coordenação e trabalhar com modelagens sequenciais, usando as frases-chave: “de fora para dentro”, “grande para pequeno” e “difícil para leve”.

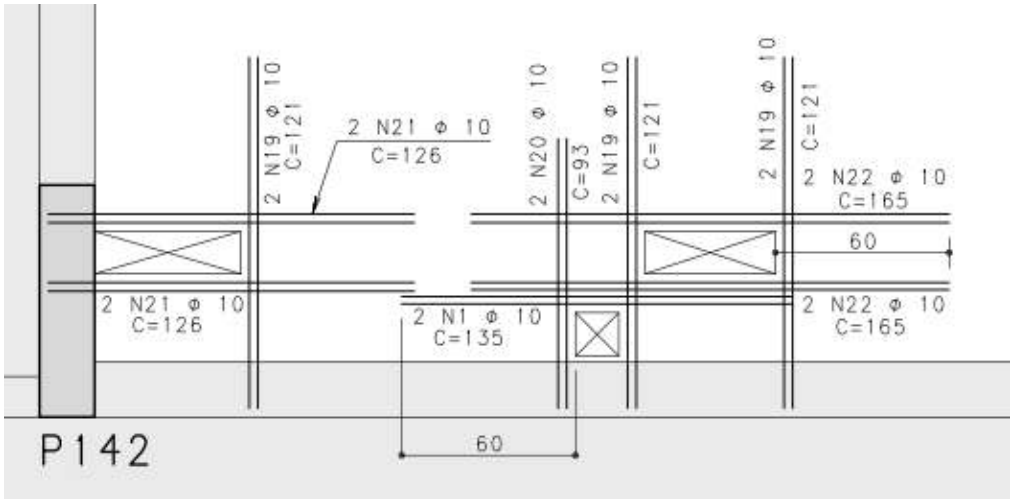
A estratégia de priorização apresentada a seguir são recomendações válidas [4].

1. Coordenação entre modelos estruturais e arquitetônicos;
2. Detalhamento em aço;
3. Alocação preliminar de espaço;
4. Identificação de fixações rígidas;
5. Dutos principais de média pressão vindo de “shafts”;
6. Linhas maiores de tubulações e ventilações;
7. As redes gerais de chuveiros automáticos e ramais;
8. As redes de distribuição de água fria e água quente e ramais;
9. Os pontos de utilização de hidráulica e luminárias;
10. As luminárias e conduítes;
11. Os dutos menores e dutos flexíveis ao redor das demais modeladas anteriormente;
12. Os tubos menores flexíveis de água fria e quente, dutos flexíveis, etc.

As informações geradas a cada ciclo de compatibilização e detalhamento da informação consolidam as etapas do desenvolvimento do projeto ou estágios do projeto. E a cada novo ciclo, novas informações e decisões são incorporadas, incluindo a compatibilização entre as disciplinas, provocando correções e alterações.

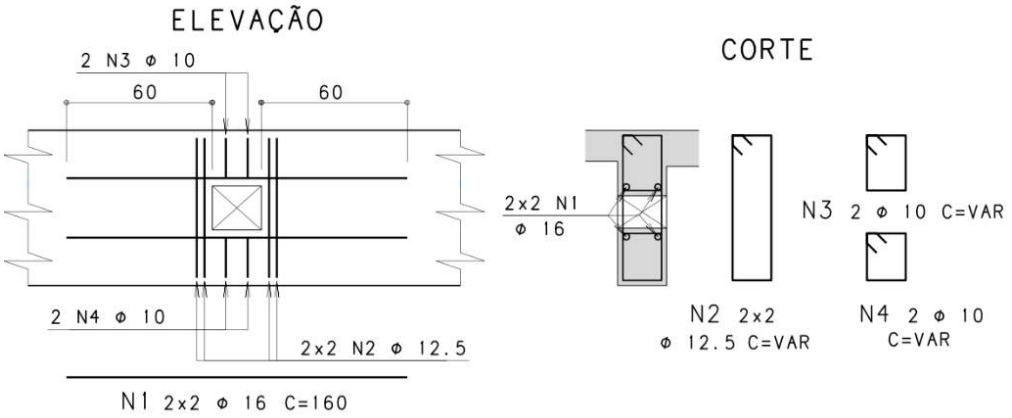
Como resultado da compatibilização entre todas as disciplinas de projeto, a furação das estruturas é um processo que exige muita atenção e é determinante para que a construção ocorra como planejado. A furação é o resultado das passagens dos sistemas prediais na estrutura, já compatibilizados e organizados. Com as furações o projetista de estruturas deverá complementar o projeto de formas e armações (ver Figuras 1 e 2), incluindo reforços e verificando a estabilidade do sistema projetado.

Figura 1 – Reforços de furos em lajes



Fonte: o autor.

Figura 2 – Reforços de furos em vigas



Fonte: o autor.

Pode-se dizer que o processo de furação, inserido nas atividades de desenvolvimento dos projetos técnicos das disciplinas, traz muitas chances de erros se a equipe não estiver comprometida e bem coordenada. Podem ser geradas muitas revisões de projeto, provocar atrasos de cronograma ou até mesmo levar a obra a situações de improviso. Portanto, o artigo tem relevância para os profissionais de coordenação de projetos por trazer um mapeamento das atividades e definir sequências de trabalho para cada disciplina. Esta contribuição traz situações que podem ser praticadas e melhoradas com o entendimento dos métodos de trabalho e ferramentas.

AS FURAÇÕES NO PROCESSO ATUAL EM CAD

As furações em um processo conduzido em CAD têm sido realizadas com o uso de arquivos DXF ou DWG gerados pela Estrutura que serão marcados com as indicações das passagens em lajes e vigas de cada disciplina. Isto ocorre em pelo menos duas fases de projeto, a de pré-executivo e a de projeto executivo. Em ambas as fases, inicia-se com a geração de um arquivo base de formas de cada pavimento. Nestes arquivos as demais disciplinas fazem marcações (ou “mark-ups”) indicando suas necessidades com diferentes identificações.

Como o objetivo de ordenar a produção das marcações e não gerar arquivos simultâneos com diferentes indicações no sistema de armazenamento de arquivos, a regra utilizada para marcações é que o trabalho seja sequencial, uma disciplina após a outra utilizando-se do mesmo conjunto de arquivos. No final da etapa, os arquivos de marcações irão agrupar as indicações de todas as disciplinas de projeto, formando a base para a análise de compatibilização.

A análise passa pelo responsável da Estrutura que irá validar ou não as furações, surgem nesta atividade a necessidade de unificar furos, deslocar ou alterar vigas ou lajes. Cabe dizer que quanto mais precisos forem os sistemas projetados e mais evoluídas as informações das disciplinas, melhor será o resultado das marcações. No entanto, se as furações ocorrerem somente quando os projetos estiverem próximos a conclusão, haverá um risco grande de retrocesso do trabalho no caso de reprovações das furações propostas. A responsabilidade do coordenador de projetos neste processo é de auxiliar na tomada de decisão, com a comunicação entre as disciplinas até que a prioridade de posicionamento fique clara e situações sejam ajustadas, como aumento de espaços em entreforros, mudanças de geometria de elementos estruturais ou alterações de trajetos de redes de sistemas prediais.

AS FURAÇÕES NO PROCESSO BIM

Em BIM o processo de projeto não é diferente quanto à evolução das informações nas disciplinas, entretanto, o diferencial está na forma de visualizar e interagir com a equipe, permitindo maior acuidade na coordenação espacial dos elementos e na troca de informações.

Mesmo com recursos tridimensionais interessantes, como os de executar furações de elementos de estrutura e arquitetura automatizados nos softwares nativos destas disciplinas, o processo da tomada de decisão para definir estas furações requer organização e divisão de responsabilidades. A furação depende da análise do projetista de sistemas prediais para definir as posições e dimensões dos furos, da coordenação de projetos para que haja a compatibilização entre as disciplinas e depende do projetista de estruturas para aprovar a viabilidade do sistema estrutural. Sem o gerenciamento deste fluxo, há o risco de serem geradas furações divergentes nos modelos das diferentes disciplinas. Isto se relaciona ao conceito de “nível necessário de informação” (Level of Information Need) apresentado na ISO 19.650 que enfatiza que a transmissão de informação deve ser a mínima necessária para cada atividade, evitando a troca de informações não evoluídas (ou não amadurecidas pelo projetista) e não utilizáveis no momento requerido, um conceito bem exposto [5].

Apresenta-se uma proposta para o desenvolvimento das furações em um processo BIM, utilizando-se de do IFC como o meio de troca de informações, protocolo aberto para quaisquer que sejam as aplicações utilizadas pelos projetistas. Este trabalho foi compartilhado com a Abrasip – Associação Brasileira de Sistemas Prediais com o objetivo de auxiliar os projetistas na condução das negociações de cronograma e de atividades com os contratantes. Figura 3 apresenta o fluxo completo a ser explicado.

Como referência, utilizou-se a sigla CDE (Commom Data Environment) como o ambiente de compartilhamento de informações do projeto. Em verdadeira abrangência o CDE deve ser entendido como um sistema único de informações do projeto, utilizado para como ambiente colaborativo e de integração das equipes multidisciplinares [3].

Entende-se que o BIM possa remeter a uma ideia de integração e de engenharia simultânea, o que consequentemente levaria o projeto a menores problemas de compatibilização [6]. No entanto, há de salientar sobre a necessidade de um processo e de uma hierarquia de tomada de decisões em um processo de compatibilização.

O processo é dividido por fases de maturidade de modelagem identificadas com a correspondência das fases atualmente ainda empregadas nas empresas, Pré-executivo e Projeto Executivo. Para melhor entendimento do fluxo, foram divididas 4 etapas:

- Etapa 1: Modelagem do pré-executivo;
- Etapa 2: Análise preliminar dos markups;
- Etapa 3: Modelagem do projeto executivo;
- Etapa 4: Aprovação dos markups.

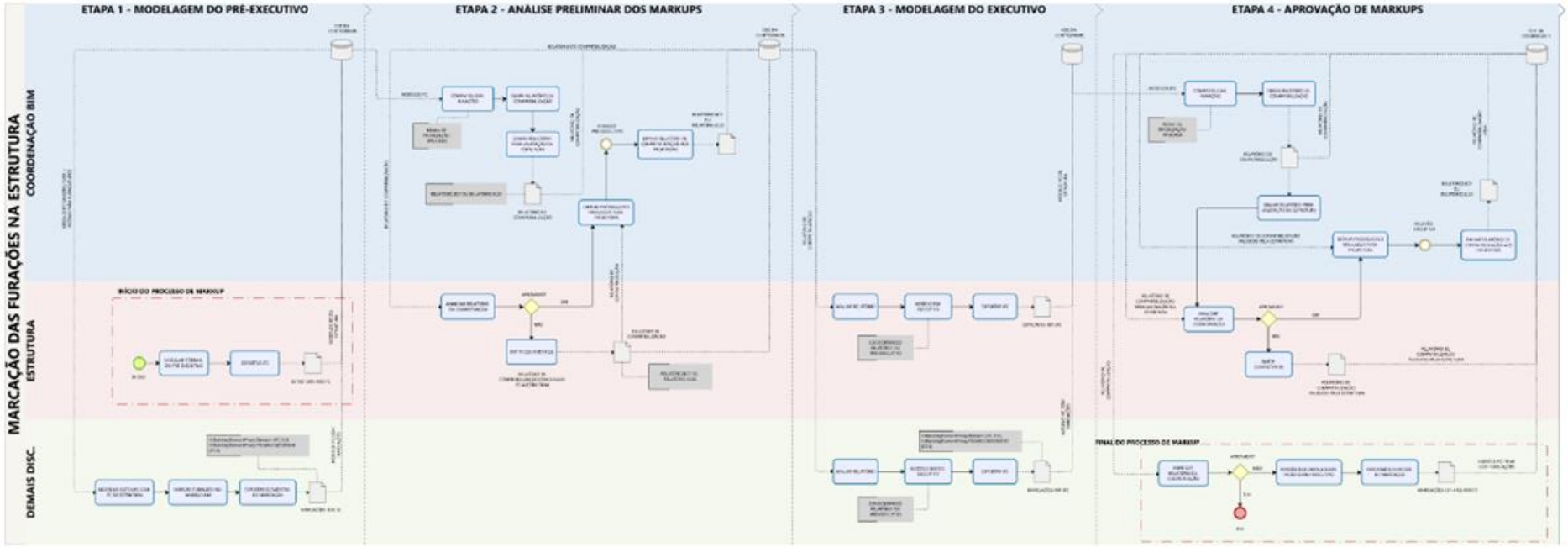
Entende-se que a fase de pré-executivo é uma fase de validação de critérios para o início do processo de furações, nesta fase os elementos de sistemas prediais já têm maior maturidade de serem apresentados com suas dimensões já mais bem definidas e trajetos clarificados. Além disso, tem-se disponível o lançamento estrutural de maior precisão, já com interações anteriores com a arquitetura.

As atividades e fluxos apresentados são explicados a seguir considerando as anotações adotadas conforme Tabela 1.

Tabela 1: Anotações empregadas para o fluxo do processo de furações.

LEGENDA	DESCRIÇÃO
	Linha azul – Processo interno à coordenação de projetos
	Linha rosa – Processo interno à empresa de estruturas
	Linha verde – Processo interno à cada empresa de sistemas prediais e de arquitetura (como demandante de furações).
	Marco de início do processo.
	Marco de finalização do processo.
	Evento. Ex: reunião.
	Atividade realizada por cada agente.
	Sinaliza decisão para a continuidade do processo.
	Informação gerada pela atividade.
	Local de armazenamento de dados comum, indicado como CDE (Common Data Environment).
	Fluxo de atividades.
	Fluxo de informações.

Figura 3 – Processo de furações em BIM



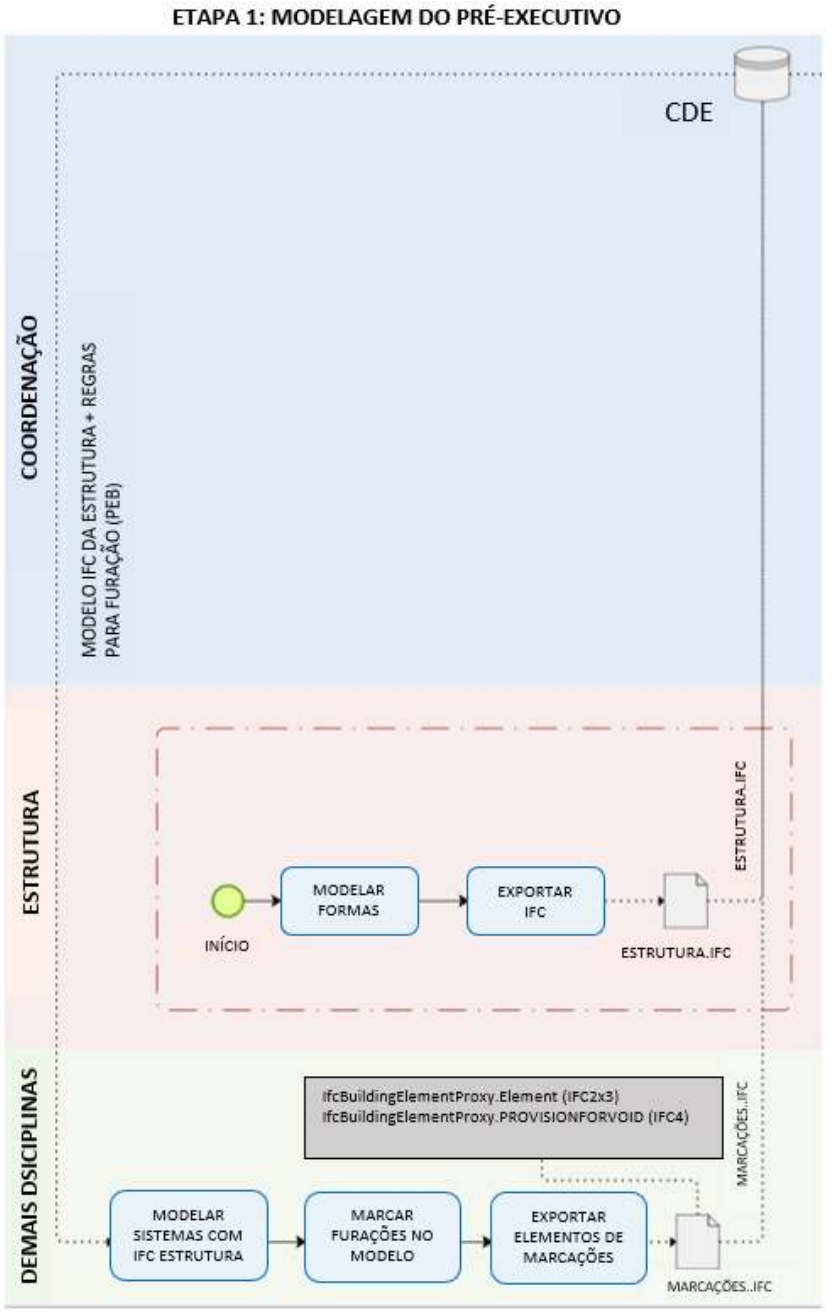
Nota: Esta figura foi apresentada com o intuito de mostrar todo o processo, por etapas.

A seguir serão apresentadas figuras com os processos parciais, permitindo a correta leitura.

Fonte: o autor

A etapa 1 conforme Figura 4, apresenta o início do processo, com a emissão do IFC das formas dos pavimentos do edifício, a modelagem inicial dos sistemas prediais a marcação das furações provocadas pelas passagens dos dutos e tubulações de cada disciplina. As disciplinas exportarão em IFC elementos de marcações mapeados como *IfcBuildingElementProxy.Element* (como descrito no IFC2x3) ou *IfcBuildingElementProxy.PROVISIONFORVOID* (como no IFC4). Estes elementos, referenciados corretamente nos níveis do modelo, irão ser armazenados no CDE, de onde serão utilizados posteriormente na atividade de análise preliminar da Etapa 2.

Figura 4 -Etapa 1: Modelagem do Pré-Executivo.



Fonte: o autor.

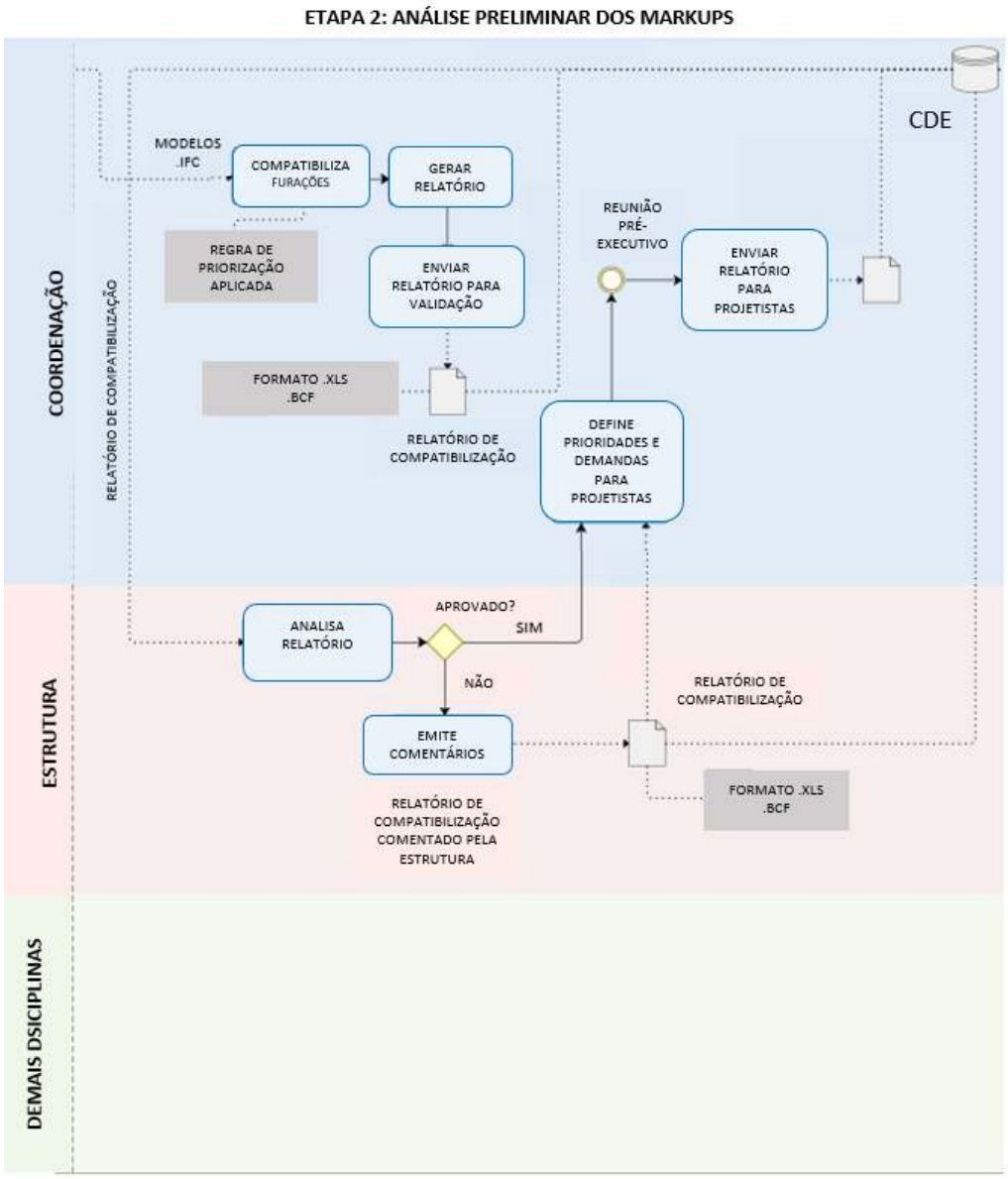
A etapa 2 ilustrada na Figura 5 apresenta a atividade da coordenação que irá utilizar de ferramentas de análise de modelos, carregando os arquivos IFC da estrutura e os

arquivos de marcações gerados por cada projetista das disciplinas que interferem com os elementos estruturais (em geral ligadas a área de sistemas prediais).

Um primeiro relatório é elaborado com base em regras pré-estabelecidas, o coordenador BIM submete do relatório ao projetista de estruturas para comentários e validação. Neste momento, ele deve sinalizar se as propostas de marcações são viáveis auxiliando a esclarecer o conteúdo do relatório, incluindo indicações de inviabilidade técnica.

O relatório verificado e comentado pela estrutura será o produto do processo que irá para o conhecimento dos projetistas em uma reunião de trabalho, quando decisões de modelagem são tomadas para a próxima etapa.

Figura 5 -Etapa 2: Análise preliminar dos markups

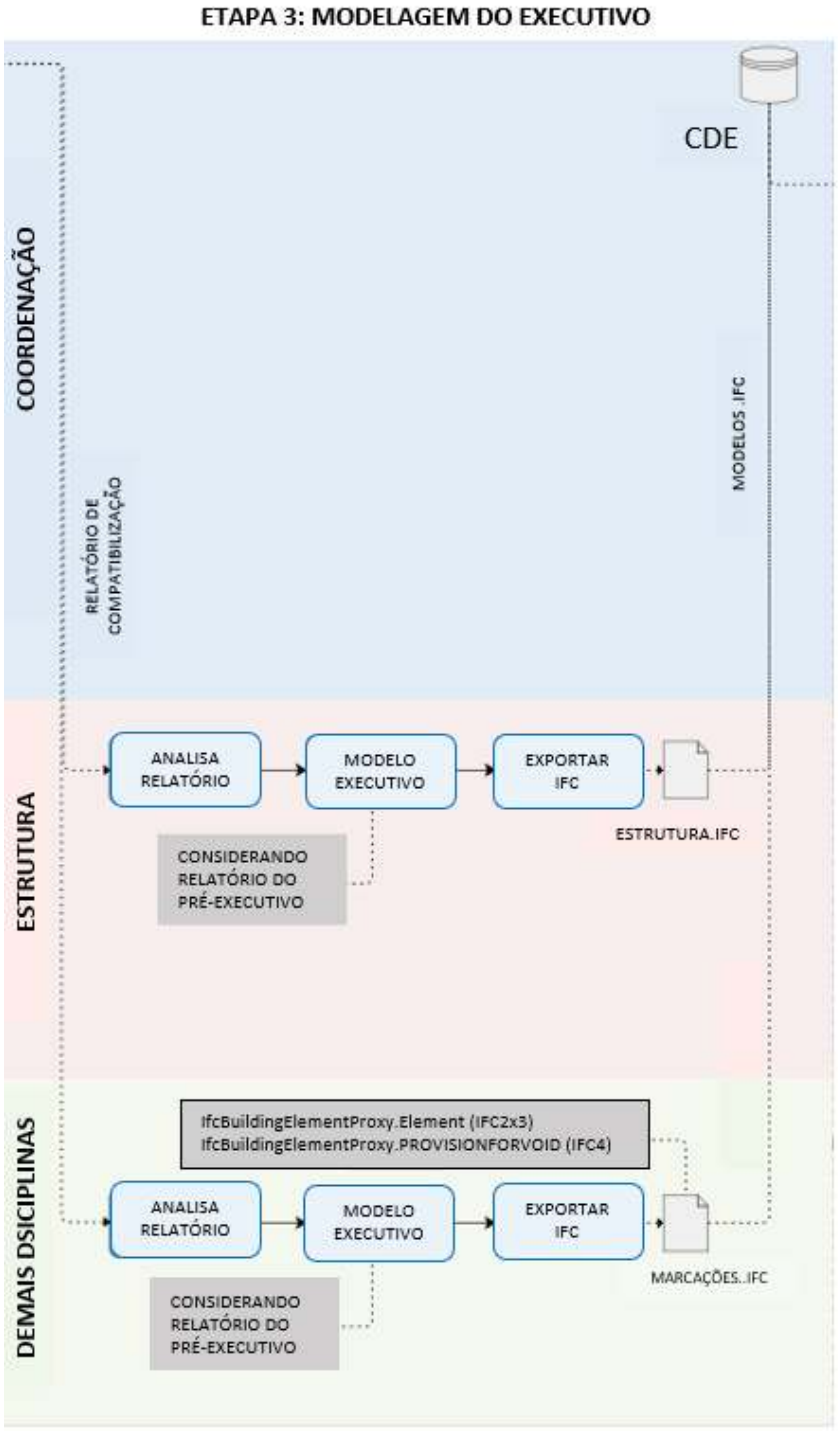


Fonte: o autor.

O processo continua na fase de projeto executivo quando todos os projetistas evoluem com os trabalhos, enriquecendo os conteúdos e considerando as evidências

propostas na compatibilização executada da fase anterior. A Figura 6 apresenta esta etapa com a nova modelagem dos projetistas, preparando mais um ciclo de compatibilização com a exportação das marcações.

Figura 6 -Etapa 3: Modelagem do Projeto Executivo.



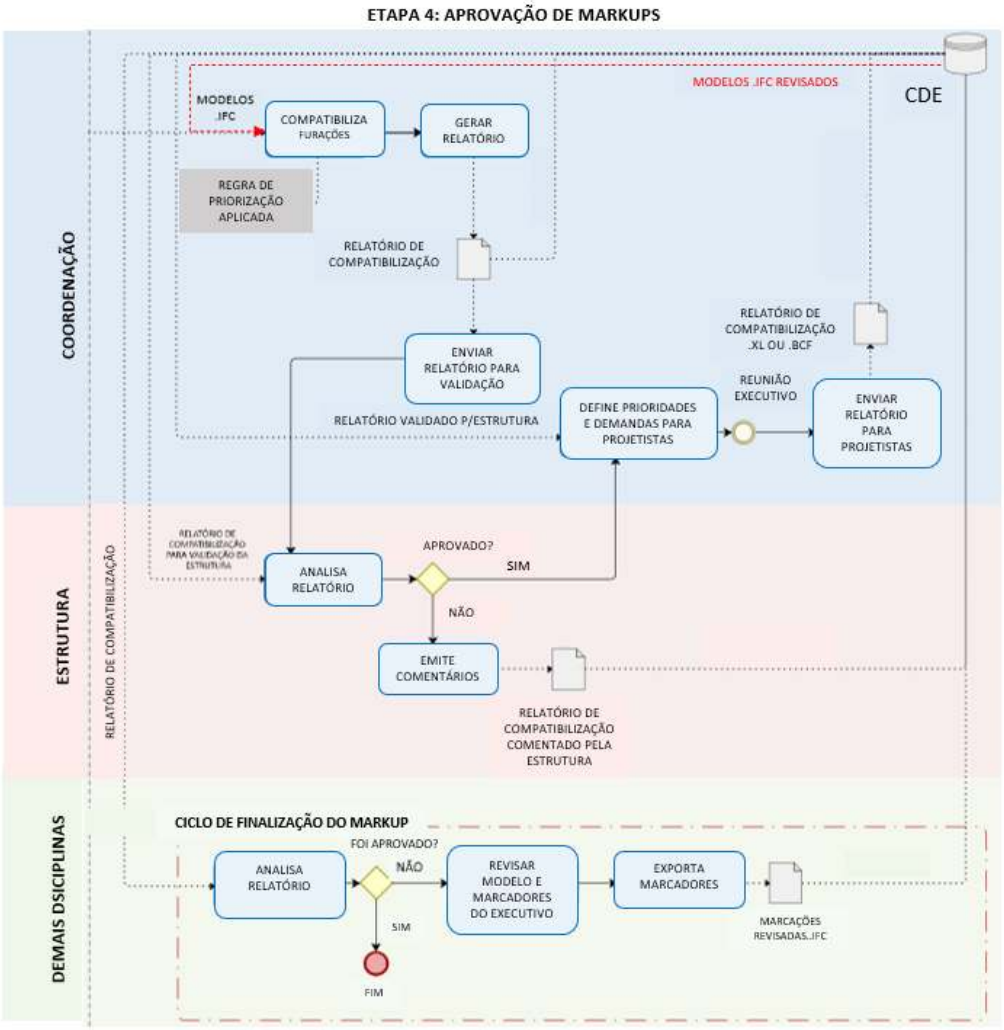
Fonte: o autor.

Com a modelagem de projeto executivo, o processo de compatibilização é retomado com a emissão das marcações de cada disciplina, já com atualizações da estrutura e com os comentários elaborados na fase anterior. Estas marcações são novamente analisadas pelo coordenador de projetos até que sejam aprovadas. Em caso de novas

demandas e necessidades da estrutura, reuniões de compatibilização são necessárias para que sejam esclarecidas as alterações a serem realizadas pelos projetistas ou por parte deles.

A Figura 7 apresenta estes ciclos de compatibilização que só termina até que o relatório de cada disciplina aprova as marcações enviadas pelos projetistas.

Figura 7 -Etapa 4: Aprovação dos Markups.



Fonte: O autor

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fluxos apresentados resumem a recomendação para o processo de coordenação das furações necessárias para os projetos de edifícios. Estas regras previamente definidas, inclusive a cada pavimento do edifício em análise, podem poupar tempo e minimizar retrabalhos de todos. Observa-se que este conteúdo é tema de muita polêmica na condução das atividades de projeto e, por isso, a Abrasip vem realizando reuniões entre seus associados para que haja uma mesma prática de mercado tomando por base o conteúdo apresentado.

A entidade já envolveu associados da ABECE - Assoc Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural para compartilhar e validar o fluxo de trabalho, além da realização dos testes. Uma evidência importante já foi levantada junto a TQS (empresa de software para modelagem e cálculo estrutural) quanto ao uso de objetos IFC para posicionamento e determinação da furação. Atualmente, a funcionalidade já pode ser trabalhada no software da mais recente versão, com o mapeamento do elemento como *IfcDuctSegmentTypeEnum.*

A relevância do tema é justificada pelo esforço destas associações estarem se dedicando a um tema tão pouco explorado pelas empresas contratantes.

Complementando, no contexto apresentado, o coordenador de projetos deverá utilizar softwares de análise de modelos, emitindo os relatórios de acordo com a ferramenta disponível, recomenda-se o uso de relatórios emitidos em Excel ou preferivelmente em BCF (BIM Collaboration Format) o que pode facilitar a forma de comunicação da equipe.

O BCF é uma comunicação que permite troca de informações de modelos entre diferentes programas, aproveitando o IFC compartilhado, com imagens referenciadas [7]. É um formato que deve prevalecer no uso de formatos abertos de comunicação.

Este fluxo de trabalho é uma recomendação para que este processo seja realizado de forma ordenada, considerando as experiências de cada integrante da equipe. Ressalta-se a necessidade prévia de análise das situações que serão enfrentadas a cada projeto, pois particularidades devem ser consideradas na formulação de regras de priorização e hierarquia de modelagem dos sistemas.

No entanto, a máxima de que “cada projeto é um projeto” é válida, há de se admitir que cada equipe irá encontrar uma forma de interagir e de encontrar a solução dos problemas. Como bem destacado [8] já é um consenso que nem mesmo as orquestras sinfônicas são perfeitas e dependem exclusivamente dos seus maestros. Assim como uma orquestra, as empresas e por extensão as equipes de projeto precisam se adequar aos perfis de profissionais e interagir para encontrar o melhor resultado, sempre baseados em um objetivo claro e bem definido.

AGRADECIMENTOS

O esforço para apresentar o conteúdo ao meio acadêmico é de fomentar novas pesquisas na interoperabilidade dos softwares e na formulação de métodos para colaboração e coordenação das atividades profissionais. Por este motivo, são registrados os agradecimentos à Abrasip - Associação Brasileira de Engenharia de Sistemas Prediais e associados e aos profissionais que participaram de longas reuniões e ainda colaboram para a evolução dos trabalhos: o Eng. Otávio Pedreira de Freitas da Pedreira Topázio Engenharia, o Eng. Reinaldo H. Kaizuka do França & Associados Projetos Estruturais e o Msc. Eng. Ari Monteiro da Dharma Sistemas.

REFERÊNCIAS

[1] SUCCAR. B. **The Five Components of BIM Performance Measurement**. CIB World Congress, Salford, United Kingdom. 2010

[2] THE EUROPEAN FEDERATION OF ENGINEERING CONSULTANCY ASSOCIATIONS (EFCA). **BIM and ISO 19650 from a project management perspective.** 2019.

[3] CAREZZATO, G.G. **Protocolo de gerenciamento BIM nas fases de contratação, projeto e obra em empreendimentos civis baseado na ISO 19650**. 2018 140, p. Dissertação (mestrado). – Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2018.

[4] LEE G; KIM "W" K. **Parallel vs. Sequential Cascading MEP Coordination Strategies: A Pharmaceutical Building Case Study.** Automation in Construction n 43 170–179. 2014.

[5] UK BIM FRAMEWORK. **Information management according to BS EN ISO 19650**. Guidance Part D: Developing information requirements. Ed.1.2020.

[6] MIKALDO, JR. J.; SCHEER, S.; Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução? Gestão & Tecnologia de Projetos, São Paulo, Vol. 3, no 1, p. 79 – 99, maio, 2008.

[7] BUILDINGSMART. **BIM Collaboration Format (BCF) - An Introduction.** Disponível em: https://technical.buildingsmart.org/standards/bcf/ Acessado: 08 de junho de 2022.

[8] BERTERO, C. O. Orquestras sinfônicas: uma metáfora revisitada. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, vol. 41, n. 3, 2001. Disponível em: http://www.fgv.br/rae/artigos/revista-rae-vol-41-num-3-ano-2001-nid-46011/. Acesso em: 08 de junho de 2022.