Projeto da sede da Fidelidade: Ciclo de vida BIM do programa preliminar à obra

https://doi.org/10.21814/uminho.ed.164.47

António Hipólito[1], **Catarina Feio**[1],
Afonso Silva[2], **Filipe Lima**[3], **Sébastien Roux**[3]

[1] *Mota-Engil Global, Porto*

[2] *Mota-Engil Engenharia e Construção SA, Porto*

[3] *Limsen, Lisboa*

Resumo

O projeto do edifício que alojará a futura sede da Fidelidade faz parte de um dos maiores desenvolvimentos imobiliários da cidade de Lisboa, conhecido como Operação Integrada de Entrecampos e situado nos terrenos da antiga Feira Popular. O edifício sede encontra-se em construção num terreno vizinho, na Avenida Álvaro Pais, e conta com uma área de 70.000 m^2, sendo que a Operação irá construir ao todo 340.000 m^2. Muito cedo, todos os decisores (Dono de Obra, Promotor, Gestão de Projeto) identificaram o BIM como a metodologia adequada para um projeto com esta dimensão e complexidade. Apesar dos requisitos específicos só terem sido definidos durante a fase de Estudo Prévio, todos os contratos celebrados com os projetistas já incorporavam clausulas BIM com grande abrangência. No início do Estudo Prévio, foi identificada a necessidade de contratar um consultor para prestar apoio ao Dono de Obra e à sua equipa de gestão. Para tal, foi selecionada uma equipa responsável pela Gestão de Informação, *Common Data Environment* (CDE) e reporte sobre os modelos e processo BIM. Juntamente com a Gestão de Projeto e as equipas projetistas foram identificados objetivos BIM e construído um *BIM Execution Plan*. Através de um esforço conjunto de 3 anos de toda a equipa foi possível identificar e corrigir acima de 1000 incompatibilidades durante todas fases de projeto, até ao projeto de execução. Todo este processo permitiu avançar com segurança acrescida para a consulta de empreitada e arranque de obra. Este artigo partilha o processo de implementação BIM num dos maiores projetos imobiliários da cidade de Lisboa, desde a sua fase inicial até à primeira experiência em obra.

1. Introdução

O projeto da futura sede da Fidelidade faz parte de um dos maiores desenvolvimentos imobiliários da cidade de Lisboa, conhecido como Operação Integrada de Entrecampos e situado nos terrenos da antiga Feira Popular. O edifício sede encontra-se em construção num terreno vizinho, na Rua Álvaro Pais, e conta com uma área de 70.000 m^2, sendo que a Operação irá construir ao todo 340.000 m^2.

2. Projeto

Muito cedo, todos os decisores (Dono de Obra, Promotor, Gestão de Projeto) identificaram o BIM como a metodologia adequada para um projeto com esta dimensão e complexidade. Apesar dos requisitos específicos só terem sido definidos durante a fase de Estudo Prévio, todos os contratos celebrados com os projetistas já incorporavam clausulas BIM com grande abrangência.

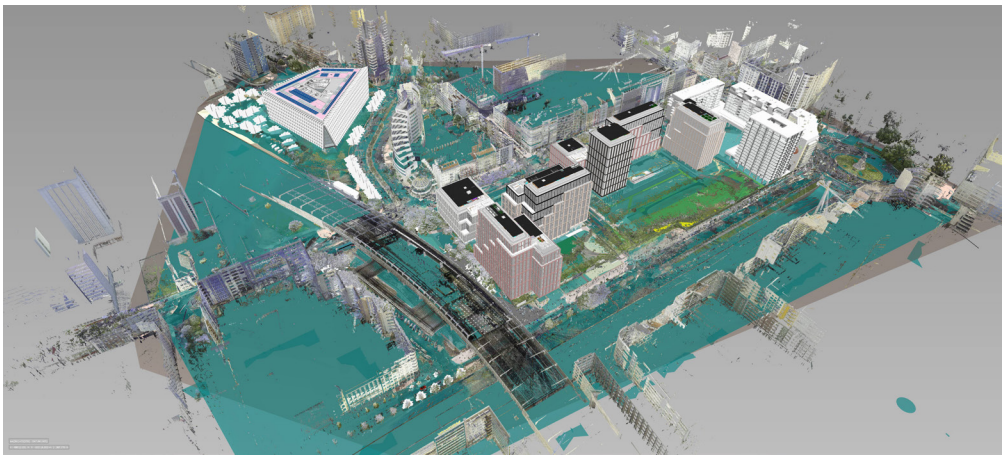

Figura 1
A operação integrada de Entrecampos.

2.1. Dados do projeto

Foi lançado um concurso internacional por convite ao qual deviam concorrer em consórcio equipas de arquitetura internacionais com equipas locais. O concurso foi ganho pela Gensler em conjunto com a Promontório. As equipas de especialidades são na sua maioria portuguesas.

O projeto conta com cerca de 70.000 m2 divididos em duas empreitadas diferentes:

- *Shell & Core*, composto pela estrutura, fachada, núcleos, *lobbies*
- *Fit out*, composto pelas zonas de escritórios e *amenities*

2.2. *BIM Execution Plan*

O *BIM Execution Plan* (BEP) foi desenvolvido no Plannerly, uma plataforma colaborativa online. A maioria dos BEP são compostos por vários documentos em formatos PDF, DOC e XLS que circulam por email dentro da equipa. Estes documentos são geralmente anotados e os comentários entre as diversas equipas não tem visibilidade. O Plannerly permite anotar o BEP online e os comentários ficam registados na plataforma e são públicos para todos. Este formato permitiu que todos os intervenientes participassem na elaboração deste documento primordial para o desenvolvimento do Projeto.

2.3. Usos BIM

Desde as primeiras interações com o Dono de Obra, foram discutidos os usos BIM. Optou-se por escolher apenas alguns usos BIM. É por vezes tentador escolher todas as possibilidades que os modelos conseguem oferecer. No entanto, qualquer uma dessas escolhas pode envolver uma sobrecarga para as equipas que trabalham geralmente com prazos muito curtos. A opção focou-se em escolher poucos usos BIM, mas desenvolvê-los com qualidade. A tabela abaixo apresenta os objetivos para uso dos modelos neste projeto.

Tabela 1: Usos BIM

Uso BIM	Descrição
Desenvolvimento de peças desenhadas	Utilização de software 3D para criação de modelos BIM que traduzam os requisitos da obra e geração de peças desenhadas a partir dos modelos
Revisão e Validação de Projeto pelo Dono de Obra	Processo de revisão de modelos 3D para validação de diferentes dimensões da obra
Coordenação 3D	Utilização de software de revisão BIM para identificação de conflitos físicos entre especialidades; apesar dos modelos serem entregues ao empreiteiro com o maior nível de coordenação possível, este deverá rever os modelos de forma crítica perante as soluções construtivas propostas, a sua exequibilidade, e ausência de colisões para evitar atrasos e aumentar o Retorno de Investimento do Dono de Obra
Medições e Controlo de Custo	Utilização dos modelos para garantir medições rigorosas, fiáveis e atualizáveis automaticamente, às quais se associa custos
Telas Finais/ Modelo "*As-Built*"	Utilização de modelos atualizados face a alterações executadas em obra, usando-os para produzir documentos finais de registo a serem fornecidos ao Dono de Obra ou a entidades licenciadoras

2.4. *Common Data Environment* (CDE)

Em paralelo com o desenvolvimento do BEP, foi escolhida a solução para o CDE. A escolha acabou por recair sobre o BIM 360 (atual Autodesk Construction Cloud). Esta escolha foi motivada principalmente pela possibilidade de várias equipas conseguirem colaborar em tempo real em ficheiros de Revit numa única plataforma e pelo facto de muitas equipas conseguirem trazer as suas próprias licenças que já estão incluídas no seu pacote de software habitual. Desta forma, com 100 licenças adquiridas pelo Dono de Obra, a plataforma alberga neste momento 243 utilizadores.

As opções de visualização, versionamento e de anotação também foram muito importantes na sua escolha. Esta plataforma consegue ler todos os principais formatos utilizados na indústria e desta forma qualquer interveniente consegue visualizar os modelos sem dificuldade.

2.5. Sistema de coordenadas

A Operação Integrada de Entrecampos conta neste momento 65 modelos, dos quais 22 são do edifício sede da Fidelidade. Para uma gestão eficiente deste número de modelos, o sistema de coordenadas é de grande importância. Para tal foi criado um sistema comum, publicado no BEP, que todas as equipas devem adquirir no início do projeto. A equipa de *BIM Management* está encarregue de apoiar as equipas nesta etapa e de verificar que todos os modelos estão devidamente georreferenciados durante todo o projeto (ver figura 2).

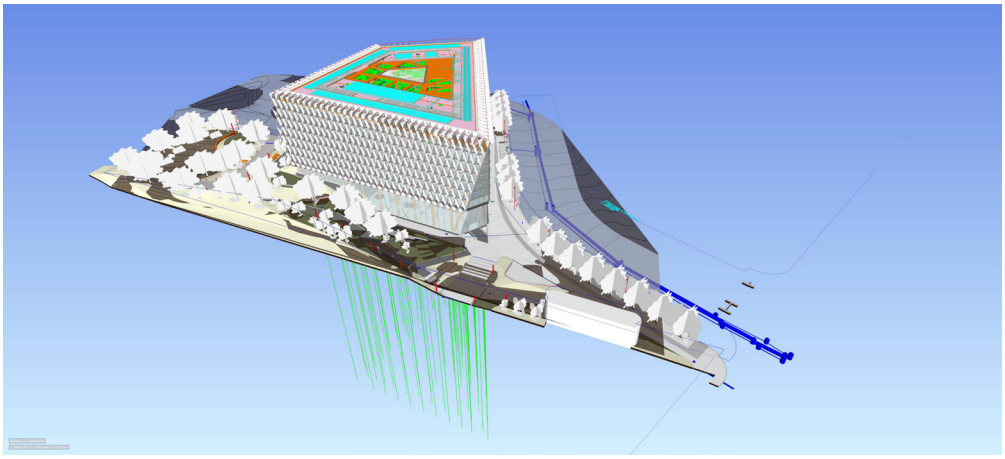

Figura 2
Os 22 modelos georreferenciados da sede da Fidelidade.

2.6. Coordenação BIM

Durante toda a fase de projeto, desde o Estudo Prévio, até ao Projeto de Execução, foram promovidas reuniões de coordenação BIM quinzenais com as equipas para assegurar uma compatibilização de especialidades eficaz. A equipa de BIM Management identificava visualmente e com recurso a *Clash Detection* os principais problemas dos modelos em cada fase e comunicava os problemas nas reuniões. Após estas reuniões os problemas eram transformados em *Issues* no BIM 360 e comunicados desta forma às diversas equipas responsáveis pela sua resolução, conforme ilustrado na figura 3. Estes problemas eram identificados de forma faseada e por especialidade, por forma a não sobrecarregar as equipas.

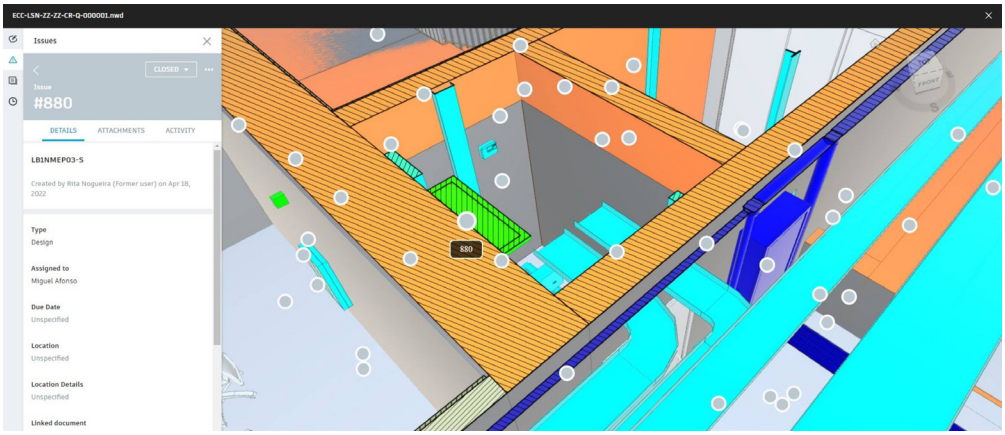

Figura 3
Comunicação de um problema à equipa de Estabilidade.

No final do Projeto de Execução, foram ainda identificadas 500 questões por resolver. Durante a consulta de empreitada, foi criado um cronograma por especialidade para resolver estes problemas, já que se todas as especialidades resolvessem os problemas ao mesmo tempo, iriam provavelmente deslocar a colisão para outro local. Durante oito semanas, de forma semanal, as equipas reuniram para resolver estas questões.

Após este período de coordenação intenso, foram analisadas e classificadas por ordem de gravidade as 500 situações e foi apurada uma poupança potencial pela resolução numa fase inicial de muitas questões que poderiam causar atrasos em obra. Para cada situação foi estimado um tempo médio de resolução em obra e o tempo total foi multiplicado pelo custo do estaleiro por dia, chegando a uma poupança estimada, e isto de forma conservadora, de cerca de 4 milhões de euros, conforme figura 4.

	Number of analyzed clashes	Estimated resolution time per clash type (days)	Total estimated resolution time (days)	Potential impact on construction schedule (Total estimated resolution time / simultaneity factor) - (days)	Estimated Saving (Potential impact on construction schedule x Construction Site Cost per day)
Clash Type 0	129	0	0	0	€ 0.00
Clash Type 1	228	2	456	91.2	€ 1,185,600.00
Clash Type 2	71	5	355	71	€ 923,000.00
Clash Type 3	85	10	850	170	€ 2,210,000.00
Total	**513**		**1661**	**332.2**	**€ 4,318,600.00**

Construction Site Cost / day	13000	Cost of the Construction Site per day
Simultaneity Factor	5	Many of the issues detected on this document may be resolved simultaneously; The estimated resolution time will be divided by the simultaneity factor

Figura 4
Cálculo de poupança estimada.

Foi igualmente emitido um relatório com o antes e o depois destas colisões (ver figura 5).

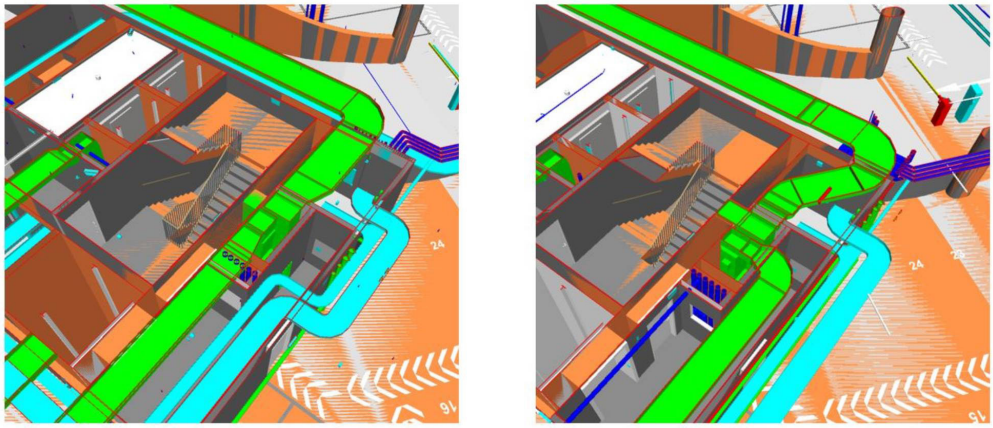

Figura 5
Resolução de colisões antes e depois.

2.7. Medições e controlo de custo

Um dos principais usos BIM perseguido durante todo o projeto, foi o controlo de custo e as medições a partir dos modelos. Para tal, o primeiro passo foi decidir com toda a equipa o WBS que seria utilizado por todos. A escolha recaiu sobre o Uniformat por se tratar de um sistema internacional que poderia ser comum a toda a equipa, e por ser, dentro dos sistemas de classificação, um dos mais simples e que melhor se adequa a servir de WBS. Durante todo o projeto os modelos serviram para apoiar a extração de quantidades, tanto do lado dos projetistas, como do lado do *Cost Manager*. No BEP foi incluída uma secção de boas práticas para obter quantidades a partir de modelos, e foi combinada uma nomenclatura comum com as equipas para ligar quantidades a elementos de modelos.

Para ajudar as equipas de gestão de projeto e de fiscalização na identificação das quantidades durante a fase de consulta de empreitada, foi desenvolvida uma solução à medida que liga visualmente as medições aos modelos. Esta solução permite ver nos modelos publicados as quantidades dos Mapas de Quantidades (ver figura 6).

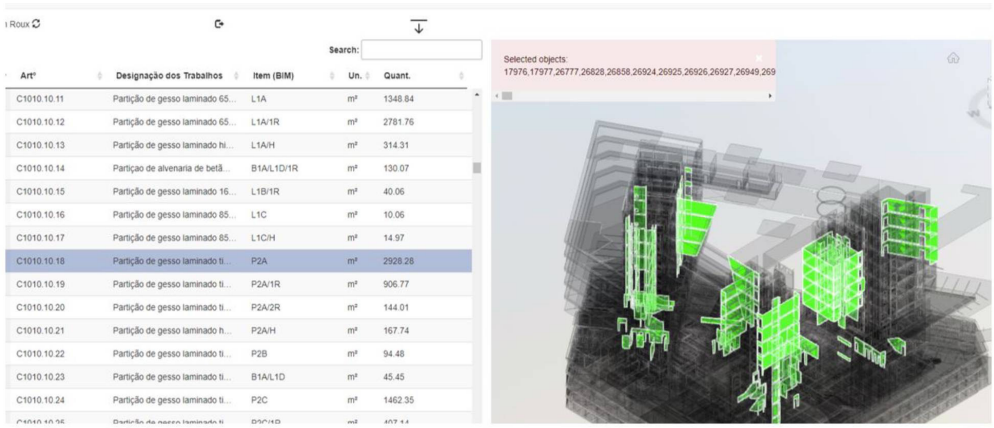

Figura 6
Ferramenta de verificação das medições.

2.8. Consulta de empreitada

Para a consulta de Empreitada, foram disponibilizadas as peças de concurso habituais (peças escritas e desenhadas), assim como modelos .ifc para complementar os documentos de análise dos empreiteiros e para servir de apoio à medição e orçamentação. Para além do contrato que incluía o uso do BIM como obrigatório, foi produzido um documento anexo, os *Exchange Information Requirments* (EIR) [1] [2] que definia os objetivos BIM e as obrigações contratuais relativas a trocas de informação a que tinha de responder o empreiteiro que ganhasse o concurso. As medições do projeto transpunham igualmente estes requisitos em artigos para os quais os concorrentes tinham de dar preço. Em resposta ao EIR, cada um dos concorrentes tinha de produzir um BEP pré-contrato que serviu para analisar a resposta ao EIR.

3. Obra

O presente capítulo propõe-se a explorar e detalhar a metodologia BIM adotada em fase de obra, bem como o modelo e organização do trabalho desenvolvido por cada equipa no âmbito da preparação de obra em regime *Worksharing* – trabalho colaborativo em tempo real na cloud (no que refere ao EIR definido no BEP e às mais valias decorrentes da implementação do BIM no contexto específico desta empreitada). O BIM, mais do que um recurso tecnológico, representa uma abordagem integrada e colaborativa, crucial para o sucesso de empreendimentos de grande envergadura e complexidade técnica, baseado na colaboração ativa entre todas as equipas e intervenientes.

3.1. Organização de pastas do empreiteiro

Após a consignação desta obra, foram cedidos ao empreiteiro os modelos RVT do *projeto Shell & Core*, os quais, em complemento às restantes peças escritas e desenhadas 2D, definiram o Projeto "Bom para Execução".

Nessa fase preliminar da obra, e estando os modelos do lado do Empreiteiro, determinou-se fundamental criar uma organização interna de ficheiros na CDE que permitisse uma rápida e eficiente gestão do trabalho multidisciplinar entre cada equipa executante. Para o efeito, foram criadas 3 pastas "WIP" (*Work In Progress*) específicas para cada subempreiteiro, subdividindo-se assim os modelos de acordo com os tipos de trabalho e subempreitadas definidas para esta obra (ver figura 7):

- MEE – "01-WIP-Mota Engil": Construção Civil
- ELM – "01-WIP-Mota Engil Eletromecânica": Elétricas e Mecânicas
- LZM – "01-WIP-Luzimeca": Hidráulicas e Geotermia

Figura 7
Organização das pastas WIP.

A estrutura de pastas implementada permitiu validar a propriedade de cada modelo, estabelecendo facilmente as capacidades de edição de cada equipa; e permitiu também definir os pressupostos base para um regime de trabalho colaborativo, onde cada modelo se encontra "linkado" aos restantes modelos do projeto, podendo assim cada interveniente tirar partido do regime *worksharing* e acompanhar diretamente o trabalho já desenvolvido.

Por outro lado, e com vista a suplementar este regime colaborativo BIM, foram também agendadas reuniões quinzenais entre a gestão de projeto, fiscalização e empreiteiro (estas reuniões possibilitam uma participação ativa de todos, permitindo acompanhar todo o processo de trabalho. Paralelamente foram também agendadas reuniões semanais internas entre as equipas de preparação técnica – Reuniões de Preparação BIM com vista ao esclarecimento de questões técnicas relacionadas com a preparação de obra e compatibilização de projetos; e Reuniões de Coordenação BIM com vista à aplicação dos procedimentos BIM definidos no BEP.

Não obstante o que foi aqui referido quanto à organização das pastas WIP e respetivos modelos, é importante referir que esta metodologia de trabalho pode ser facilmente moldada e estruturada da forma que melhor se adequar ao desenvolvimento dos trabalhos a nível contratual. Nesta obra em específico, e por consequência da adjudicação das diferentes subempreitadas, verificou-se a necessidade de subdividir alguns modelos, pois a autoria e responsabilidade contratual de cada subempreiteiro exigia que alguns elementos que estavam modelados num determinado modelo de um subempreiteiro, fizessem parte do escopo de outro subempreiteiro.

Como por exemplo sucedeu com a Rede de Gás (presente originalmente no modelo de Eletricidade (ME-ELM), mas fazendo parte integrante dos trabalhos de Hidráulica (LZM)) e com a Rede de Condensados (presente no modelo de Hidráulicas (LZM), mas fazendo parte integrante dos trabalhos de AVAC (ME-ELM)). Para o efeito, foram isolados os elementos em questão e foi criado um modelo específico para cada uma destas redes, e organizado dentro da pasta do subempreitado específico (ver exemplo na figura 8).

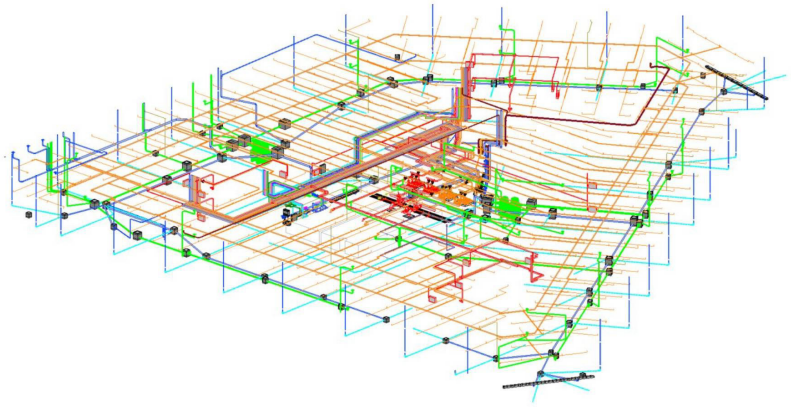

Figura 8
Redes Isoladas para criação de novos modelos.

3.2. Requisitos internos de preparação de obra

Com o objetivo de consolidar os procedimentos BIM em fase de obra foi desenvolvido internamente um documento que estabelece os princípios e requisitos base a ter em conta por cada equipa de preparação, no que se refere às boas práticas de organização, apresentação, modelação e manipulação de modelos – desde a folha de abertura até à organização e partilha dos modelos.

Desde logo, e antes de se iniciar qualquer trabalho de preparação, ficou estabelecido que nenhuma informação original do projetista poderia ser apagada, e como tal, toda a estrutura base do modelo *Project Browser* ficaria intacta. Para o efeito e sempre que necessário, ficou estipulado duplicar-se os elementos alvo de intervenção – fossem eles vistas, famílias, folhas, etc. – dentro de cada modelo, diferenciando-as com o prefixo "ME", distinguindo-se assim facilmente a autoria do trabalho desenvolvido pelo empreiteiro durante a fase da construção.

3.3. Compatibilização de projetos em fase de preparação de obra

Como já referido, um dos grandes benefícios da metodologia BIM consiste no trabalho colaborativo em ambiente partilhado, através da "linkagem" de modelos, onde cada equipa interage de forma dinâmica com as demais equipas. Esta possibilidade de "linkar" e visualizar todos os projetos num único espaço constitui uma poderosa ferramenta no âmbito da preparação de obra, pois permite não só acompanhar o trabalho desenvolvido por todas as equipas em tempo real, como também e sobretudo detetar e resolver eventuais conflitos entre especialidades não resolvidos em fase de projeto.

Como tal, no decorrer da obra, deve ser feito um trabalho de compatibilização dos projetos com vista à partilha de informação fidedigna para a frente de obra e à redução de problemas que resultam em tempo e custos extra no momento de executar (ver figura 9).

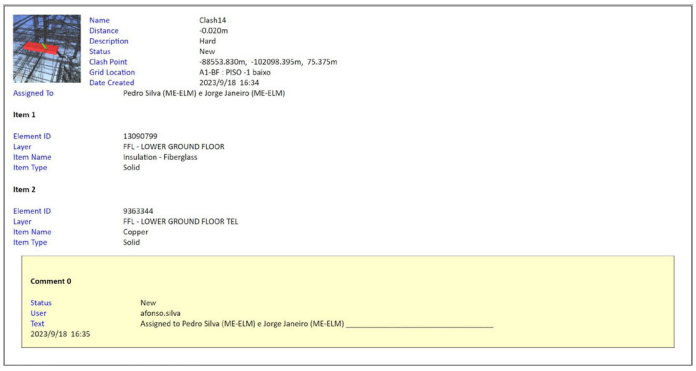

Figura 9
Conflito partilhado entre equipas de preparação.

Esta compatibilização deverá ter por base uma análise exaustiva de todos os projetos em simultâneo, podendo para o efeito ser usado o Modelo Federado criado e partilhado entre todas as entidades no BIM360. Este modelo é por sua vez alimentado por todos os modelos partilhados como *Shared* [1].

3.4. Partilha dos modelos do empreiteiro com os projetistas

Em empreitadas desta complexidade é comum existirem alterações de projeto em fase de obra, e, por conseguinte, é importante buscar mecanismos e métodos de trabalho capazes de restringir as implicações que esta temática traz no decorrer de uma obra, nomeadamente em processos BIM, onde surgem diferentes modelos com versões diferentes que por muitas vezes não acompanham o trabalho já desenvolvido pelas equipas em obra.

Ou seja, em determinado momento pode surgir uma revisão ao projeto que comporta uma série de alterações – alterações essas que na maioria das vezes são feitas sobre um modelo de uma revisão anterior caso ela exista. E por essa mesma razão, num contexto de obra onde é feito um trabalho contínuo de preparação (incluindo, portanto, o período intercalar de cada revisão), pode-se perder facilmente o trabalho de preparação até então desenvolvido.

Para mitigar situações como a referida anteriormente, existem métodos e procedimentos BIM que permitem dar continuidade aos trabalhos de forma interativa e sem prejuízo de informação/modelação. Nesta obra em específico, e por força de uma grande alteração num determinado modelo (leia-se projeto), foi criado um procedimento restrito que permite "devolver" temporariamente o modelo WIP à equipa projetista com base numa autorização de edição, sem que seja necessária qualquer alteração ou migração da estrutura de ficheiros já definida.

O procedimento abaixo ficou registado no BEP, tendo sido já te stado durante a empreitada (ver figura 10).

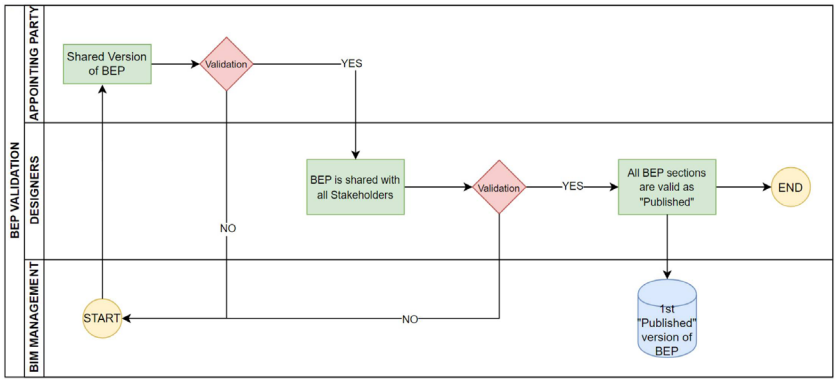

Figura 10
Fluxo de partilha dos modelos do empreiteiro com projetistas.

Este fluxo de partilha permite por um lado que o projetista trabalhe sobre a versão mais atualizada e compatibilizada de um determinado modelo, e por outro, salvaguarda todo o trabalho já desenvolvido pela equipa de preparação em obra até esse momento.

As alterações ainda não validadas são trabalhadas na pasta WIP e após validação por parte da equipa responsável, são partilhadas na pasta "Shared". Estas alterações são revistas pela entidade que as requereu e caso não sejam aceites deverão ser corrigidas novamente na pasta WIP.

4. Conclusão

Com prazos cada vez mais apertados tanto de projeto como de obra, o BIM assume-se como uma metodologia imprescindível para atingir os objetivos exigentes dos Donos de Obra. O edifício do presente caso de estudo poderia ser executado sem recurso à metodologia BIM, no entanto a tomada de decisão seria por vezes mais demorada, a coordenação seria ineficiente e o prazo de menos de 3 anos de obra, provavelmente impossível. Sendo a fase de empreitada ainda recente para este projeto são expectáveis novos desenvolvimentos durante os próximos dois anos, nomeadamente na forma como a informação é comunicada com a frente de obra e o balanço final sobre os ganhos pelo uso do BIM.

Referências

[1] International Organization for Standardization (ISO), ISO 19650-2 "Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling , Part 2: Delivery phase of the assets, BSI Standards Limited, 2018.

[2] International Organization for Standardization (ISO), ISO 19650-1 "Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling, Part 1: Concepts and principles, BSI Standards Limited, 2018, p. 1.