

DIGITALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO NO DSTGROUP: IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM

João Marcelo Silva⁽¹⁾, Alexandra Calheiros⁽¹⁾, Miguel Azenha⁽²⁾

(1) dstgroup, Braga

(2) Universidade do Minho, Guimarães

Resumo

O controlo efetivo dos processos construtivos da cadeia de valor do sector da construção é uma mudança crucial e fundamental, em face dos desafios colocados pelo mercado e pela sociedade em geral. A atual revolução tecnológica veio proporcionar ao sector da construção a alavanca que este necessitava na implementação de processos de controlo digitais, através da metodologia BIM. A implementação da metodologia BIM na construção cria desafios que têm que ser ultrapassados bem como oportunidades que poderão ser traduzidas em mais-valias para a organização. Assim, o dstgroup avançou com a implementação de metodologia BIM em colaboração próxima com a Universidade do Minho (UMinho) com o objetivo de dar apoio à equipa de produção de obra; de efetuar a deteção e correção de incompatibilidades, o controlo de quantidades; e o balizamento do planeamento. No presente artigo é dado um conjunto de testemunhos dos esforços encetados, quer ao nível metodológico, quer ao nível de exemplos de aplicação. A implementação da metodologia BIM demonstrou que tendo como base os modelos existe um melhoramento de perceção de obra por parte dos intervenientes e que a utilização de uma equipa pluridisciplinar, promove uma maior agilização no processo de definição de uma nova solução técnica-económica enquadrada com os prazos de execução da obra. No que respeita ao processo de gestão de orçamento, há uma maior facilidade na validação dos mapas de quantidades e apoio na extração de quantidades de acordo com o faseamento de execução da obra. Adicionalmente, através dos modelos também é possível efetuar um balizamento do estado da obra através de elementos gráficos que facilitem a perceção por parte de todos os intervenientes na obra, dos trabalhos já executados e por realizar, bem como realizar simulações que permitam validar alterações às soluções construtivas, alterações ao nível do planeamento, e analisar a viabilidade de utilização de determinados equipamentos.

1. Introdução

O impacto social que a 4.^a Revolução Industrial tem vindo a proporcionar não passa despercebido. A velocidade e a facilidade com que a transmissão da informação é hoje realizada, garante uma maior proximidade entre pessoas, bens e serviços que, até então, era um fator condicionante ao desenvolvimento dos processos conceptuais e industriais. Atualmente, recai sobre o sector da construção uma má imagem, face à dificuldade de garantia do cumprimento dos prazos de execução, e dos limites orçamentais dos projetos [1].

No horizonte 2016-2025 o sector da construção irá deparar-se com inúmeros desafios entre os quais o aumento da pré-fabricação; a garantia de precisão das quantidades; a garantia de menos desperdício e gestão *Lean*; aumento das capacidades dos *softwares*, *Internet of Things* (IoT); bases de dados, medições e monitorização; *Big data*; *Bid models and Big databases.*, cujas técnicas e tecnologias estão prontas e disponíveis para serem exploradas [2].

Atualmente, a indústria da construção tem vindo a utilizar com sucesso a metodologia BIM como uma ferramenta para melhorar o processo de conceção [3]. Assim, tirar vantagem da visualização 3D e da deteção de colisões disponíveis através da metodologia BIM, faz com que empresas do setor da construção possam executar eficientemente desenhos/modelos de coordenação, planeamentos de construção bem como interfaces de coordenação e integração complexas [4]. Adicionalmente, a tecnologia BIM pode melhorar significativamente a eficiência dos processos de gestão de orçamento no que diz respeito à qualidade de extração das listas de quantidades que podem ser calculadas com uma maior precisão [5].

Neste contexto, em 2016, o dstgroup introduziu valências de digitalização na construção na sua cadeia de valor de forma alargada. Desde modo, avançou-se com a implementação de metodologia BIM em colaboração próxima com a Universidade do Minho (UMinho), quer ao nível da formação BIM dos recursos humanos, quer ao nível de formação pós-graduada, com estudos de Doutoramento conduzidos por membros do dstgroup na UMinho.

Neste artigo será dada uma perspetiva atualizada dos desenvolvimentos já atingidos, e em fase de implementação, com especial ênfase à discussão crítica dos desafios encontrados e resultados atingidos, apresentando o exemplo de uma obra onde se aplicou a metodologia BIM com o objetivo de: apoio á equipa de produção de obra; deteção e correção de incompatibilidades; controlo de quantidades; e balizamento do planeamento.

2. Estratégia na Área da Construção Digital

2.1 Objetivos

O dstgroup definiu a abrangência dos proveitos resultantes da aplicação de processos digitais, quer no âmbito de otimização da construção (áreas de controlo e previsão internas), quer ao nível do alargamento da abrangência apoio de proximidade aos clientes (área comercial e de apoio ao cliente), auxiliando-os na definição dos seus espaços e edifícios, através de projetos de arquitetura e engenharia, dotados de compatibilização entre especialidades, proporcionando ao cliente um forte sentimento de confiança durante a execução de obra.

No âmbito das áreas de controlo e previsão internas, os objetivos da digitalização na construção centram-se em quatro áreas principais (detalhadas na Figura 1): extração de quantidades garantindo precisão e padronização; na compatibilização pela deteção de erros e omissões; na execução de simulações transversais ao método de execução da obra; e na procura de

otimização de soluções nas mais diversas especialidades. No que respeita ao apoio ao cliente, enquanto serviço externo, pretende-se implementar capacidade de fornecimento de compatibilizações, planeamentos, e quantidades necessárias das diversas especialidades do projeto.



Figura 1: Esquema síntese dos objetivos da digitalização da construção em âmbito interno

2.2. Equipa

Para atingir os objetivos indicados, foi constituída em 2016 uma equipa multidisciplinar de 10 colaboradores provenientes das empresas do dstgroup, todos com experiência profissional mínima de 5 anos. A formação de base dos elementos da equipa enquadra-se nas áreas de Engenharia Civil, Engenharia Mecânica e Arquitetura, dotando deste modo a equipa do necessário cariz multi-disciplinar aquando da análise de um problema/ou alteração que afete diversas especialidades.

Definiu-se um dos elementos desta equipa como o coordenador, sendo que os restantes desenvolveram capacidades de modelação, cada um numa área em específico, através de formações complementares especializadas.

2.3 Processo Interno BIM

O processo de implementação da metodologia BIM iniciou-se com a elaboração do diagrama ilustrativo da coordenação/comunicação interna, representado na Figura 2. O coordenador designado (*'BIM Manager'*) garantiu que este plano fosse cumprido por todos os elementos da equipa de trabalho, supervisionando também a garantia a qualidade dos modelos e o cumprimento dos prazos de entrega.

Importa referir que a utilização do formato IFC como base de comunicação ao longo de todo o trabalho visou garantir a aproximação do trabalho a um ambiente prático em que o recurso a esta forma geral de interoperabilidade seja necessário. A estratégia adotada incluiu a definição de um espaço partilhado baseado em OneDrive/Microsoft onde todos os elementos da equipa de trabalho têm acesso a informação dos modelos BIM e da documentação relacionada. Após criada a pasta de partilha entre todos os elementos da equipa de trabalho, foi definida a forma como todo o processo de verificação e troca de informação seria efetuado. É seguida a prescrição de nível de desenvolvimento da BIMFORUM [6].

Para os processos de cálculo, modelação, análise e verificação dos modelos, assim como extração de desenhos técnicos, listas de quantidades, apoio à execução do planeamento de

obras, orçamentação e controlo de obra, a equipa dispõe de um conjunto de softwares que envolvem todas as especialidades/domínios que afetam uma obra, nomeadamente:

- Arquitetura Exterior e Interior: Archicad e Revit;
- Estrutura Metálica e Estrutura de Betão: Tekla Structures e Revit;
- MEP (Instalações Hidráulicas, AVAC e Eletricidade): Archicad e Revit
- Análise e Validação dos modelos: Navisworks

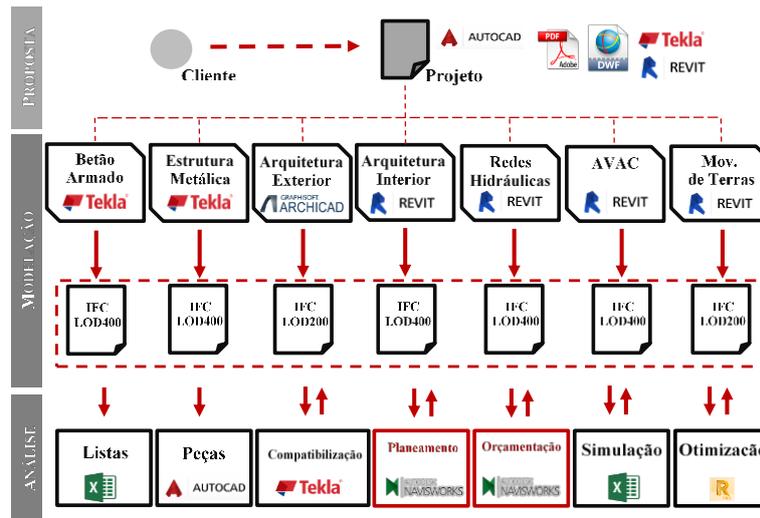


Figura 2: Esquema ilustrativo do esquema de trabalho no seio da equipa bim

3. Caso Prático

Neste ponto apresenta-se uma das obras onde se implementou a metodologia BIM. Trata-se de um pavilhão com um fim comercial edificado no ano 2017, dotado de dois pisos para lugares de estacionamento em estrutura de betão, um piso de zona comercial em estrutura metálica e um totem publicitário, com 10000 m² de área total. Desde modo, descrever-se-á o trabalho BIM realizado, bem como um conjunto de casos em que o BIM se constituiu como uma importante mais-valia.

3.1 Trabalho BIM Realizado

Para a aplicação do BIM na obra, estabeleceu-se um conjunto de passos que materializam o processo interno BIM proposto:

Passo 1: Modelação das especialidades que são o tronco principal da obra - Estruturas Metálicas e Betão (incluindo a modelação da movimentação de terras). O modelo da estrutura metálica proveio da entidade projetista em Tekla Structures em LOD200. O modelo da estrutura de betão foi realizado internamente pela equipa, em Tekla Structures 2016i, LOD200. O modelo da movimentação de terras materializou-se recorrendo-se ao Revit 2017, em LOD200;

Passo 2: Modelação da arquitetura exterior e interior, respetivamente através do Archicad 2017 e Revit 2017, ambos em LOD400 e tendo como base, as peças desenhadas de projeto,

materializadas sobre os IFC's provenientes dos modelos executados para a estrutura de betão e metálica;

- Passo 3:** Em simultâneo com o Passo 2, efetua-se modelação das infraestruturas MEP - redes hidráulicas, eletricidade e AVAC, através do Revit 2017, em LOD400, também tendo por base os IFC's provenientes dos modelos executados para a estrutura de betão e metálica;
- Passo 4:** Através dos IFC's provenientes dos modelos, o *BIM Manager*, realizou avaliação contínua das incompatibilidades entre especialidades, incoerências de projeto, incompatibilidades das soluções de projeto com o método construção ou com o planeamento de obra. A avaliação é realizada por duas vias: de forma visual, através do software Tekla BimSight apurando deste modo cerca de 90% dos problemas e posteriormente através software Navisworks, para que através de um processo automático, se consiga catalogar problemas não detetáveis por inspeção visual (dada a complexidade do modelo).
- Passo 5:** Gestão das situações detetadas no Passo 4, segundo duas tipologias fundamentais: a) os problemas que podem ser retificados internamente, sendo efetuada comunicação direta entre o *BIM Manager* e o modelador para respetiva correção; e b) os problemas que terão que ser comunicados à entidade de projeto, procedendo-se nesse caso a simulação de possibilidade de resolução do problema de modo a facilitar e agilizar a tomada de decisão por parte do projetista e fiscalização;
- Passo 6:** Estando os modelos validados pelo *BIM Manager* ao nível das incompatibilidades entre especialidades, efetua-se a transmissão dos modelos, desenhos e mapas de quantidades para a direção de obra, com o objetivo de auxílio da equipa de produção, assim como de imagens obtidas através do Navisworks para melhor ajudar a compreender o planeamento de obra.

Notar que o processo descrito, envolve vários ciclos, em face de sucessivas revisões nas várias especialidades, assim como de alterações que possam ser propostas quer pelo cliente, quer pela equipa interna. Apesar de se tratar de um processo evolutivo acompanhando a obra, é um processo que corre sempre antes da tomada de decisão em obra, de modo a tentar minimizar potenciais alterações ou correções em obra. Apresenta-se de seguida um conjunto de exemplos de modelos desenvolvidos para as especialidades inerentes à obra, indicando os proveitos obtidos através dos modelos.

Modelo de movimentação de terras

No decorrer da avaliação do mapa de quantidades, no artigo referente à movimentação de terras (volume de aterro e de escavação), percebeu-se, face aos trabalhos de topografia efetuados em obra, que as quantidades poderiam diferir. Deste modo, efetuou-se o modelo de movimentação de terras da obra com o intuito de se conferir qual o correto. Uma vez que o volume de escavação para suporte do terreno, não é considerado no mapa de quantidades, optou-se por se realizar a modelação sem a introdução dos mesmos ou seja apenas o volume de escavação/aterro efetivamente necessário para o edificado, Figura 3 (modelo em LOD200). A partir das quantidades extraídas do modelo, conseguiu-se validar a análise topográfica, assim como apoiar a tomada de decisão do cliente/fiscalização da obra, para a correção das quantidades no mapa de obra.

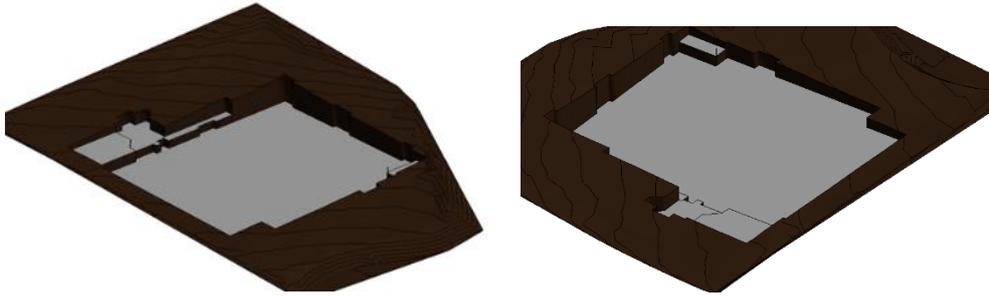


Figura 3: Modelo movimentação de terras, Revit 2017 LOD200

Modelo da Estrutura de Betão

Na Figura 4 apresenta-se o modelo da estrutura de betão, em Tekla Structures LOD200, modelado de acordo com a execução de obra, de modo a obter as quantidades correspondentes para cada faseamento construtivo auxiliando a equipa de direção de obra para a alocação de material (encomenda de betão) no momento da sua aplicação. O modelo auxiliou também a averiguação das áreas de cofragem.

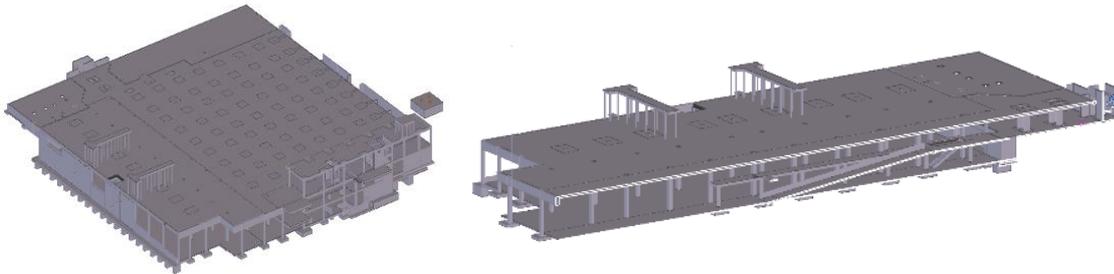


Figura 4: Modelo Estrutura de Betão, Tekla Structures 2016i LOD200

Modelo de Estruturas Metálicas

Na Figura 5, apresenta-se a configuração do modelo de estruturas metálicas e revestimentos. Indicar que todos os desenhos de fabrico e montagem da estrutura metálica, assim como listagens para encomenda de material (aço, parafusaria e revestimentos) foram provenientes do modelo.

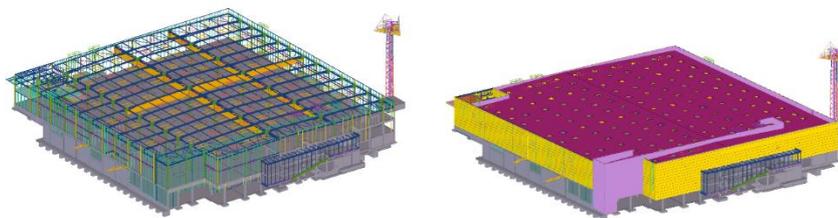


Figura 5: Modelo Estrutura Metálica e Revestimento, Tekla Structures 2016i LOD400

Modelos de Arquitetura

Desenvolveram-se dois modelos de arquitetura: interior e exterior. No modelo de arquitetura interior, representado na Figura 6, efetuou-se extração das quantidades. A modelação LOD400 incluiu todos os elementos constituintes (por exemplo, nas paredes modelou-se individualmente o elemento de pintura, reboco, tijolo, e os restantes), de forma a poder obter individualmente as

quantidades de cada constituinte, permitindo deste modo auxiliar a equipa de direção de obra e o departamento de compras.

Por sua vez, o modelo de arquitetura exterior, representado na Figura 7, teve como objetivo a obtenção de imagens para fins comerciais, para além do enquadramento do edifício com os terrenos e edifícios adjacentes.

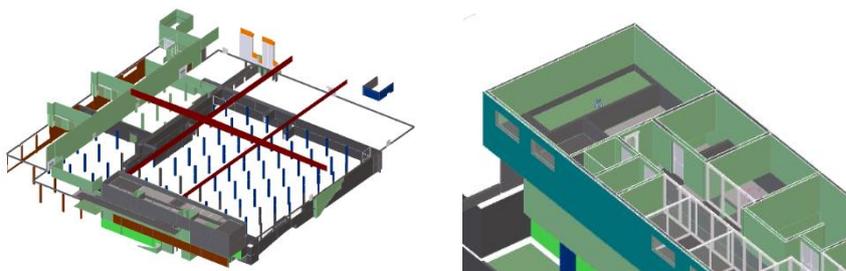


Figura 6: Modelo Arquitetura Interior, Revit 2017 LOD400

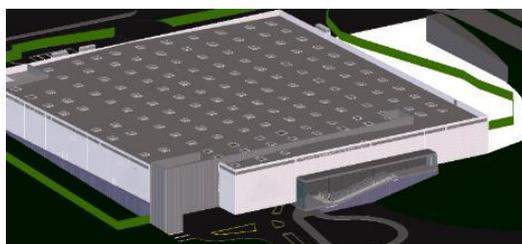


Figura 7: Modelo Arquitetura Exterior, Archicad 2017 LOD400

Modelos MEP

Os modelos MEP: redes hidráulicas, AVAC e eletricidade, Figura 8, são os que resultaram num maior esforço (tempo de modelação) para a equipa BIM, devendo-se ao facto da não existência de objetos BIM obrigar ao desenvolvimento de famílias próprias. Contudo, este tempo foi recuperado nos projetos subsequentes, dada a reutilização das famílias de objetos criadas. Importa referir que o desenvolvimento de famílias próprias demonstra-se tratar de procedimento eficaz uma vez que a atribuição de propriedades aos elementos vai de encontro à informação que se pretende extrair destes, otimizando-se deste modo a obtenção de listas de quantidade e a informação a incluir nos desenhos.

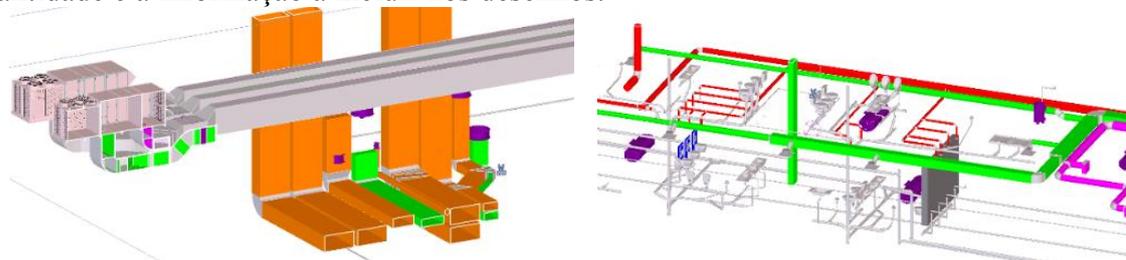


Figura 8: Modelos MEP, Revit 2017 LOD400

Modelo global

Foi também desenvolvido o modelo global que se traduz na aglomeração dos ficheiros IFC resultantes dos modelos parcelares descritos. Através deste modelo global procede-se à análise de incompatibilidades, assim como extração de desenhos com a inclusão de todas as

especialidades. Na Figura 9, podem observar-se dois cortes efetuados no contexto da análise de incompatibilidades.



Figura 9: Modelo Global

3.2 Compatibilização entre Especialidades

Nos seguintes pontos, apresenta-se um conjunto de situações de compatibilização que ajudam a compreender os principais proveitos alcançados devido à aplicação da metodologia BIM: melhor comunicação entre as partes intervenientes; rapidez no processo de definição de uma nova solução; previsão atempada de incompatibilidades, permitindo estudar possíveis impactos nas diversas especialidades; aferição das cotas para o correto posicionamento dos elementos em obra; verificação se a peça a instalar é a correta face as especificidades.

Compatibilização: Arquitetura, Estrutura Metálica e Rede AVAC

Em fase de construção, ao compatibilizar as especialidades, a Arquitetura solicitou que o “*Rooftop*”, máquina de AVAC aprovada em fase de concurso, não ficasse visível a partir do exterior (ver ilustração na Figura 10). Com uma análise através dos modelos digitais foi possível perceber rapidamente que, ao ocultar a referida máquina, não iriam ser garantidas as dimensões mínimas necessárias à correta ventilação da mesma, tendo sido necessário proceder a uma alteração do modelo da máquina.

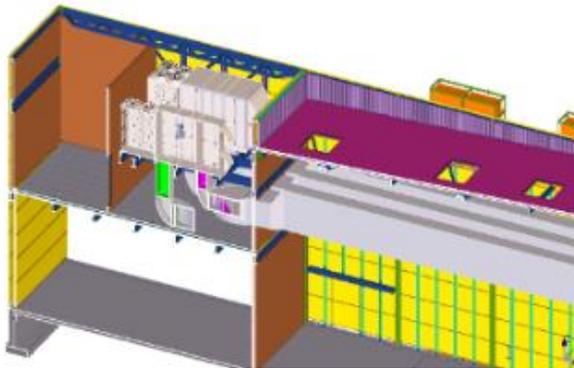


Figura 10: Compatibilização entre arquitetura; estrutura, e rede de AVAC

Todo o processo de decisão foi suportado em modelos digitais, por forma a encontrar um modelo que se adequasse às dimensões livres de arquitetura. Contudo, ao analisar os modelos, detetou-se que as condutas do novo modelo de “*Rooftop*” escolhido colidiam com a estrutura metálica, pelo que foi necessário efetuar ajustes na estrutura metálica, nas ligações da mesma, nos revestimentos e nas alvenarias. Os modelos federados foram fundamentais para avaliar que o “*Rooftop*” inicial não seria o indicado face às alterações da Arquitetura e o impacto do novo modelo de “*Rooftop*” nas restantes especialidades.

Compatibilização: Estrutura de Betão e Rede AVAC

Neste caso, durante a compatibilização das especialidades de AVAC com a estrutura de betão armado, verificou-se que não estava contemplada abertura com dimensão suficiente para o atravessamento das tubagens de AVAC através dos elementos de betão armado (ver Figura 11). Realizou-se uma revisão atempada ao projeto da estrutura de betão, prevendo o atravessamento das condutas de AVAC.

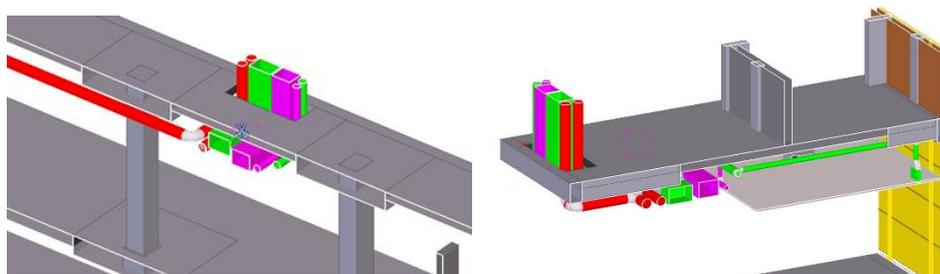


Figura 11: Compatibilização entre piso de betão e rede de AVAC

Compatibilização: Estrutura de betão, revestimento e rede AVAC

Este caso envolve um muro de betão e estrutura metálica, previstos com o objetivo de proteger uma conduta de AVAC. Ao compatibilizar o modelo de AVAC (LOD400) com o modelo da estrutura de betão/metálica, verificou-se que as dimensões da abertura para o atravessamento da conduta não eram suficientes para albergar a conduta, o revestimento da mesma e os seus elementos de suporte, Figura 12. Face à análise efetuada, foi possível incrementar atempadamente a dimensão livre para a passagem da conduta incluindo todos os elementos, acessórios e revestimento.

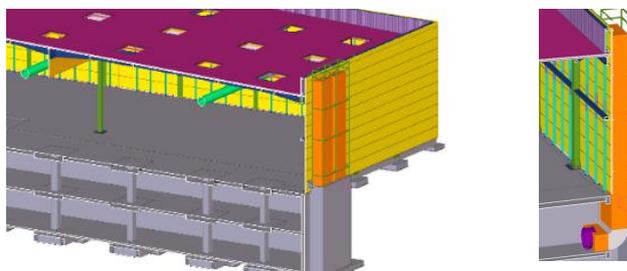


Figura 12: Compatibilização entre piso de betão e rede de AVAC

4. Conclusão

O artigo apresenta um conjunto de aspetos estratégicos e de implementação prática de processos BIM no dstgroup, com particular ênfase em exemplos demonstrativos no caso duma obra real. Dadas as características da obra apresentada e tendo como base os modelos supra apresentados, pode sistematizar-se um conjunto de observações e conclusões principais:

- Constatou-se melhoramento de perceção de obra por parte dos intervenientes;
- Sendo a equipa composta por pessoas com formação base e experiência em múltiplas áreas, foi possível proporcionar uma maior agilização para encontrar a melhor solução do ponto de vista técnico, económica e enquadrada nos prazos da obra;

- A partir dos modelos, foi rápida e eficaz a validação dos mapas de quantidades, bem como a extração de quantidades de acordo com o faseamento de obra;
- Foi possível demonstrar a viabilidade de realizar simulações que permitam validar alterações às soluções construtivas, alterações ao nível do planeamento, e analisar a viabilidade de utilização de determinados equipamentos.
- Relativamente ao trabalho desenvolvido para a especialidade de estrutura metálicas, na qual o próprio projetista já usava metodologias BIM, há que ressaltar que a troca de informação com base por modelos em vez de desenhos mostrou-se ser um processo ágil, obtendo-se uma iteração extremamente facilitada e acelerando processos. Sendo a adoção BIM uma tendência crescente, a disponibilidade de modelos por parte da generalidade dos projetistas, tornará ainda mais evidentes os benefícios sentidos nas empresas de construção que recorrem ao BIM.

Referências

- [1] M. M. Tahir, Haron, N. A., Alias, A. H., Harun, A. N., I. B. Muhammad and D. L. Baba “Improving Cost and Time Control in Construction Using Building Information Model (BIM): A Review” in *Pertanika Journal of Science and Technology* (January 2018)
- [2] Glema, A. 2017. Building Information Modeling BIM – Level of Digital Construction. *Archives of Civil Engineering*, 63(3), 39-51
- [3] Fredrik Svalestuen, Vegard Knotten, Ola Lædre, Frode Drevland and Jardar Lohne “Using Building Information Model (BIM) devices to improve information flow and collaboration on construction sites” in *Journal of Information Technology in Construction - ISSN 1874-4753* (October 2017)
- [4] Hui-Yu Chou and Pei-Yu Chen “Benefit Evaluation of Implementing BIM in Construction Projects” *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 245 062049in (2017)
- [5] Li wei 2017 *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 100 012178 “Application of BIM technology in construction bidding”
- [6] BIMFORUM “Level of Development Specification, Part I”. Novembro de 2017. <http://bimforum.org/lod/> - acedido em Abril de 2018.