

Universidades Lusíada

Ferreirinha, Pedro Miguel Completo, 1982-

Do início do ciclo à vida de um edifício à gestão de informação : BIM – metodologia e estudo de um caso

<http://hdl.handle.net/11067/8167>

<https://doi.org/10.34628/MRSG-QG71>

Metadados

Data de Publicação

2018

Resumo

Num sector da construção em rápida mudança e crescente automatização de processos é incongruente que se mantenham metodologias manuais com elevado grau de erros, omissões e falhas de comunicação. Estes fatores incrementam os custos de projeto e de construção, tornam a manutenção dos ativos mais onerosa e são, de modo geral, responsáveis pela imagem externa de um sector ineficiente e pouco transparente. Urge tirar partido das elevadas qualificações dos recursos humanos das equipas projetistas e ...

The architecture, engineering and construction industry is undergoing a rapid change in its processes and automation potential. Keeping on using manual techniques and their high rate of errors, omissions and lack of communication between parties seems incongruous. These factors increase project and construction costs, make asset management more onerous, and are responsible for the industry's external projection of lack of transparency and inefficiency. It is becoming urgent to leverage both the...

Tipo

bookPart

Editora

Universidade Lusíada Editora

Esta página foi gerada automaticamente em 2026-11-01T00:57:53Z com informação proveniente do Repositório

DO INÍCIO DO CICLO À VIDA DE UM EDIFÍCIO À GESTÃO DE INFORMAÇÃO: BIM – METODOLOGIA E ESTUDO DE UM CASO

Resumo: Num sector da construção em rápida mudança e crescente automatização de processos é incongruente que se mantenham metodologias manuais com elevado grau de erros, omissões e falhas de comunicação. Estes fatores incrementam os custos de projeto e de construção, tornam a manutenção dos ativos mais onerosa e são, de modo geral, responsáveis pela imagem externa de um sector ineficiente e pouco transparente.

Urge tirar partido das elevadas qualificações dos recursos humanos das equipas projetistas e da oferta tecnológica atual, no sentido de se fazer a transição para uma metodologia de Building Information Modelling sustentada e otimizada.

Abstract: The architecture, engineering and construction industry is undergoing a rapid change in its processes and automation potential. Keeping on using manual techniques and their high rate of errors, omissions and lack of communication between parties seems incongruous. These factors increase project and construction costs, make asset management more onerous, and are responsible for the industry's external projection of lack of transparency and inefficiency.

It is becoming urgent to leverage both the project teams' high qualifications and the technological offer in the market to make a swift transition of the design and constructions offices' workflow onto a sustainable, optimized Building Information Modelling set.

Metodologia BIM

Enquadramento

O BIM é uma abordagem melhorada ao planeamento, dimensionamento, construção, operação e manutenção, utilizando um modelo digital 3D único e normalizado para cada obra. Esta tecnologia permite melhoramentos em cada fase do ciclo de vida de uma construção, pois pode ser utilizada desde a conceção até à demolição do edifício por todos os seus intervenientes, num formato legível por todos.

A característica fundamental da modelação BIM é a utilização de objetos paramétricos/inteligentes. Os elementos modelados têm uma geometria 3D associada a propriedades e regras, o que aumenta o grau de automatização na modelação, evitam inconsistências e melhoram a coordenação das especialidades através da criação de restrições.

A informação, interligada por relações paramétricas, leva a que quaisquer alterações efetuadas sejam processadas em tempo real e em todo o modelo, “evitando a propagação de erros e dinamizando os processos de atualização” (Lino, et al., 2016). Na raiz do projeto o BIM proporciona, cada vez mais cedo, “visualizações mais realistas, colaboração efetiva das múltiplas disciplinas de projeto, extração de estimativas de custo e deteção de erros e omissões antes da construção, que melhoram a pré-construção e o projeto” (Lino, et al., 2016 ; Coelho, et al., 2016).

A transição para o BIM tem trazido alterações ao modo de fazer e de pensar as diversas disciplinas que, no global, são vistas como positivas. Há ainda que ultrapassar algumas dificuldades inerentes ao investimento financeiro que esta transição acarreta, bem como à curva de aprendizagem que ela implica.

Metodologia

O processo de coordenação de objetos da construção criados por intervenientes de diferentes disciplinas num único modelo resolve, numa fase relativamente precoce, eventuais conflitos entre elementos da equipa de projeto. Conquanto o modelo seja central, cada especialidade – ou melhor, cada projetista – vai trabalhar no seu modelo local. Estes modelos são integrados num sistema e atualizados no modelo central, que combina a informação de todos os submodelos nele incorporados.

A sincronização dos vários submodelos permite que “diferentes elementos da equipa de projeto [possam] trabalhar em várias partes de um projeto independentemente e combinar o seu trabalho de tempo a tempo de forma a analisar os resultados combinados” (Carvalho, 2016 p. 7). A

colaboração é descrita como “um dos aspetos relativos à utilização de BIM [...] que resulta num maior impacto financeiro positivo” (Carvalho, 2016 p. 7).

Isto deve-se ao facto de que obviar e resolver problemas e incompatibilidades durante a fase de projeto (num processo chamado *clash detection*) representa menores encargos financeiros do que fazê-lo já na fase de obra. É também mais eficiente coordenar os diversos sistemas e especialidades de um edifício recorrendo à aferição da sua localização num modelo 3D sincronizado e atualizado do que no sistema clássico de plantas/cortes/alçados, uma vez que as relações de todos os componentes e eventuais conflitos podem ser resolvidos ainda em fases de planeamento do projeto.

As estimativas de custos são outra vantagem. A produção dos mapas de quantidades e o trabalho de medição e orçamentação são automáticos, na medida em que se referem aos elementos de informação geométrica introduzidos no modelo. O planeamento da obra é também passível de execução a partir do mesmo modelo, otimizando a construção e os recursos da obra.

O desempenho energético de um edifício e a iluminação natural podem ser simuladas e avaliadas em modelos BIM, comparando o comportamento e o nível de conforto térmico e luminoso dos espaços quando se recorre a diferentes materiais e equipamentos.

Também a gestão do ativo é feita a partir do modelo, num espectro de possibilidades de controlo e manutenção que abrange a componente imobiliária e de investimento, a manutenção de equipamentos ou a otimização da ocupação.

A produção e a transmissão de informações é uma característica fundamental do BIM. A interoperabilidade consiste na capacidade de troca de dados entre as diferentes plataformas de trabalho sem perdas de informação.

O facto de as peças desenhadas do projecto serem, em BIM, geradas automaticamente traz uma enorme redução do tempo tradicionalmente alocado à sua produção – e liberta recursos para a exploração de soluções conjuntas da arquitectura e da engenharia. Dimensões BIM

A base geométrica do edifício é desenvolvida em 3 dimensões, num modelo virtual. Contudo, o nível de informação inerente ao BIM é geométrico e parametrizado, ou não-geométrico – e é nesta riqueza de informação que o BIM se diferencia do método tradicional de projeto.

Assim, perfiladas com o 3D, definiram-se outras dimensões denominadas por “nD”, que “representam a extensão da informação e aplicação do modelo ao longo do ciclo de vida [do edifício]” (Soares, 2013 p. 44).

3D: modelo tridimensional e análise de conflitos

A tridimensionalidade geométrica na metodologia BIM, ou 3D-BIM, é acrescida da definição das propriedades de cada elemento com informação parametrizada.

A base de trabalho é este modelo 3D, que é modelado pelas várias especialidades e sincronizado num modelo central global. A componente colaborativa do trabalho desenvolvido assume nesta dimensão uma importância preponderante, já que as alterações numa parte do projeto são vistas em tempo real pelas restantes partes.

Esta é a dimensão mais ligada às fases iniciais do projeto. Desta dimensão serão extraídos os elementos gráficos representativos do espaço (plantas, cortes, alçados, perspetivas). É ainda nesta dimensão que serão identificados possíveis conflitos em *clash detection* – processo que, sendo feito nesta fase preliminar, permite encontrar soluções mais económicas e mais bem enquadradas no projecto.

4D: tempo – planificação

O factor tempo acresce uma dimensão ao projecto, conhecida como 4D-BIM. É nesta fase do projeto que se fazem o planeamento e a organização da construção, pois “os programas aptos para trabalhar nesta dimensão [apresentam] ferramentas que permitem a representação visual da utilização do espaço envolvente à obra durante o período de construção, permitindo ainda a colocação de componentes temporários, tais como gruas, veículos e respetivos acessos. (Coelho, et al., 2016 p. 439).

É neste campo que o 4D-BIM traz uma inovação ao planeamento e ao controlo de obra: o Critical Path Method, ou CPM. Com o CPM não só é mais fácil visualizar a sequência dos trabalhos da obra como há margem para a elaboração de vários estudos. O CPM é utilizado sobretudo como “ferramenta de visualização e comunicação, visto que assinala os trabalhos já realizados e os que ainda falta executar” (Soares, 2013).

É neste contexto que a linha de balanço responde às limitações do método tradicional, já que com este método é possível adicionar a variável espaço ao planeamento. A linha de balanço representa “de forma contínua as diferentes tarefas e ainda permite a visualização de dependências, movimentos de recursos e planeamento de equipas, possibilitando a medição da produtividade dessas equipas” (Soares, 2013).

5D: estimativa de custos

A dimensão 5D-BIM advém da adição da variável custo. É nesta dimensão que se estabelecem os orçamentos e a previsão de custos de toda a obra – permitindo elaborar cenários alternativos em qualquer fase do projeto.

A elaboração da estimativa de custos começa com a extração dos mapas de quantidades detalhados de cada um dos elementos constituintes do projeto; quanto mais detalhado o modelo, mais fiável e otimizada será a orçamentação extraída do modelo BIM.

À quantificação dos elementos modelados adicionam-se as informações não-geométricas, como a identificação de recursos como equipamentos, mão-de-obra e materiais. É possível, também, fazer a análise do desempenho financeiro da construção à medida que ela decorre, pois todas as alterações efetuadas ao longo do projeto refletem-se automaticamente nas quantidades obtidas.

A poupança de tempo na extração de mapas de quantidades e orçamentação, o ajuste automático dos custos inerentes às alterações de projeto e a possibilidade de avaliar diferentes cenários de custos de obra são das mais-valias óbvias do 5D-BIM. O grau de precisão e de previsibilidade dos orçamentos é mais elevado, o que permite fazer escolhas financeiramente sustentáveis e com maior rentabilidade desde uma fase mais precoce do projeto.

6D: sustentabilidade

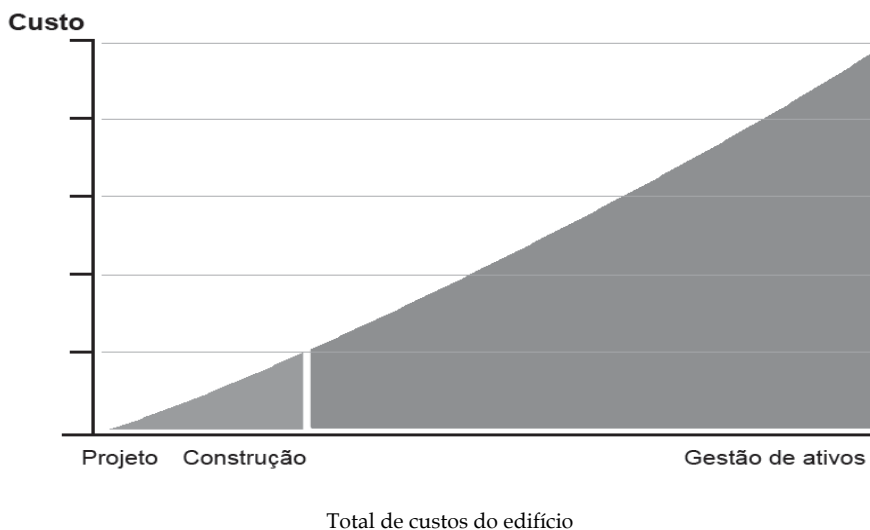
Na Europa, o 6D-BIM corresponde à análise de consumos energéticos do edifício. O objetivo é conseguir uma redução dos consumos globais de energia. Para isso, no 6D-BIM efetuam-se estimativas de consumo mais completas e precisas desde o início do projeto, permitindo equacionar escolhas solar-passivas que permitam uma maior eficiência energética e prever instalações mecânicas de alto desempenho.

A ligação ao LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) é importante, com um crescente número de concursos a exigir certificação LEED. Coordenada pelo U.S. Green Building Council (USGBC) e pela Green Building Certification Inc. (GBCI), a acreditação LEED tem ganho preponderância internacional pela abrangência dos requisitos, pela adequabilidade às diversas escalas de projeto e pela interoperabilidade com os softwares de projeto.

7D: manutenção – ciclo de vida do ativo

A dimensão 7D-BIM é normalmente chamada pela denominação em inglês para gestão de activos: *facilities management* (FM). No 7D-BIM faz-se a gestão optimizada do ciclo de vida do edifício até à sua demolição, o que permite que o dono de obra disponha de toda a informação actualizada relativa às operações e manutenções efetuadas, possibilitando a gestão do activo sob o ponto de vista imobiliário e de investimento.

A assunção é a de que a cada elemento construído há um paralelo actualizado de informação geométrica e não-geométrica. A informação não-geométrica refere-se, por exemplo, a especificações técnicas de equipamentos, datas de garantia, manuais, estados de funcionamento, entre muitos outros dados. Assim, a equipa da gestão do activo deverá ser capaz de, a partir do modelo, por exemplo, aferir a necessidade de manutenção ou substituição de peças, fazendo-o de forma atempada.



Apenas 20% dos custos relacionados com um edifício são referentes à fase de projeto e construção. Os restantes 80% são imputáveis à manutenção e à gestão de ativos.

LOD (Level of Development)

Definição conceptual

O termo inglês *level of development* (LOD) significa nível de desenvolvimento. Em BIM, o LOD refere-se ao grau de desenvolvimento da informação incluída na modelação.

Há vários níveis de LOD, cujo conteúdo é estruturado com base no que o projetista deve fornecer. O grau de LOD a definir será o estritamente necessário aos objetivos do projeto; quanto mais elevado o LOD, mais informação e maior detalhe terá o modelo.

Descrição dos níveis de LOD

Por convenção referimo-nos aos níveis LOD numa escala entre 100 e 500, com crescente grau de detalhe e complexidade de informação. Compilando informação da AIA e citando Baptista (Baptista, 2015), a sua hierarquização é a seguinte:

- LOD 100 – A representação gráfica do objeto pode ser feita através de símbolos ou sob a forma de um modelo genérico, não atingindo requisitos para integrar um modelo com LOD 200. A informação relativa a elementos do modelo (por exemplo: custo por metro quadrado, etc.) pode ser obtida por outras fontes;
- LOD 200 – O elemento do modelo é representado graficamente como um sistema, instância ou objeto genéricos, de que constam quantidades, tamanhos, formas, localizações e orientações aproximadas. O elemento do modelo pode incorporar alguma informação não-geométrica;
- LOD 300 – Graficamente o seu aspeto é já especificamente do objeto, em que as coordenadas físicas como tamanho, forma, quantidade, localizações e orientação são as reais e onde a complexidade de informação não física se mantém ao nível do exigido no nível anterior;
- LOD 350 – Os elementos do modelo são representados como um sistema, objeto ou instância específicos em termos de quantidade, tamanho, forma, orientação e ligação com outros sistemas construtivos com que confina. O elemento pode conter alguma informação não-geométrica.
- LOD 400 – Graficamente o modelo é uma reprodução fiel do objeto, com pormenores de informação do fabricante ou, por exemplo, informações relativas à instalação, no caso de equipamentos;
- LOD 500 – A modelação é elaborada *as-built*, onde toda a construção é modelada com o detalhe e o pormenor da realidade. Também todas as características não gráficas são incluídas. Como este modelo, por norma, é de facto uma recriação da obra, os LOD 500 são modelos com especial interesse quando se pretende aprofundar o estudo na área da manutenção de edifícios.

Estado do BIM no mundo

O estado do BIM a nível internacional

É a Europa quem lidera a implementação do BIM, com maior suporte público e iniciativa privada. O Reino Unido, a Escandinávia, a Alemanha e a França são os países onde o BIM tem um quadro operacional ativo. Os EUA estão na vanguarda do desenvolvimento tecnológico e regulamentar, indo beber à experiência e ao *feedback* dos profissionais da indústria AECO. A nível asiático, Singapura destaca-se pela iniciativa pública; já a China tem dado passos importantes ao nível da pré-fabricação e impressão 3D (ver Ilustração 12).



BIM no mundo (Gajendran, 2012)

Ao nível do utilizador há um grande potencial tecnológico que o BIM oferece, e que é citado pelos utilizadores revolucionário na indústria:

[É possível usar] apps user-friendly que permitem a comunicação em tempo real entre equipas, frequentemente em dispositivos móveis, e modelos 5D-BIM [...] juntamente com tecnologia de realidade virtual e realidade aumentada, que criam uma interação indelével entre os gabinetes e a empreitada. A utilização de ferramentas digitais como estas permitem fazer frente a muitos dos problemas de base que afligem a indústria AECO e que incluem falta de comunicação em empreitadas complexas, dados de projeto ineficientes – e insuficientes – que levam a alterações de encomendas e atrasos, e falta de clareza nas cadeias de abastecimento e fornecimento (Jonathan Woetzel, 2017).

Estado do BIM em Portugal

A indústria AECO portuguesa ainda trabalha largamente no método tradicional. Implementar outra metodologia de projeto é uma tarefa dificultada por dois pontos: a falta de uma estratégia pública e a inércia inerente à mudança de paradigma.

O CEN/TC442 é um grupo de trabalho europeu que tem como objetivo “oferecer um conjunto estruturado de normas, especificações e relatórios que descrevem metodologias para definir, implementar e monitorizar o BIM e gerir toda a informação que lhe é inerente” (CT197, 2017). Neste, a presença portuguesa é dirigida pelo professor António Aguiar Costa, coordenador da Comissão Técnica 197 (CT197 - BIM).

Ativa ao nível de conferências, comissões de trabalho, colóquios e presença nas empresas, a CT197 tem realizado trabalho ao nível do início de standardização de procedimentos e da criação de um guião para o estabelecimento de normas e legislação aplicável em Portugal.

Pode-se afirmar que a CT197 está a dar os primeiros passos na criação de uma estratégia BIM nacional. Ainda longe de normalizado, o BIM nacional assenta atualmente mais na iniciativa privada – que é quem, por contraste com o caso francês, está a assumir os encargos na formação dos recursos humanos e na aquisição de software BIM.

Projetos de referência em BIM

Novo Aeroporto Internacional da Cidade do México



Vista interior e *workflow* em Dynamo (Ferreira, 2017)

Localização: Cidade do México, México. Tipo de edifício: Aeroporto.

Arquitetura: Fernando Romero (FP-EE); Foster + Partners.

Projetista de engenharia: Foster + Partners; Arup.

Área prevista: 667,000 m² de área total. 470,000 m² para o terminal de passageiros. Edifício terá 1.5 km de comprimento. Programa inclui a torre de controlo; centro de transporte terrestre; edifícios auxiliares.

Cliente: NAICM - Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México; Ministério das Comunicações e Transportes do México; Governo do México.

Descrição geral

A localização do novo aeroporto é na área do Lago Texcoco da Cidade do México (Cuartero, 2017), numa região que teve um lago. O solo é húmido e extremamente macio; a área é sísmica, com as condições do solo a complicar os efeitos sísmicos.

Localizar o projeto aqui levou a que a resposta da engenharia de estruturas seja uma cobertura metálica leve em catenárias invertidas, que abranja grandes vãos, por forma a minimizar as cargas sísmicas. A forma funicular da cobertura, desenvolvida em estreita colaboração com a equipa projetista da arquitetura, é excecionalmente leve e permite vãos de até 160 metros, com uma estrutura cuja profundidade é inferior a 2.5m. A cobertura pode ser rapidamente montada em elementos pré-fabricados, e permite um movimento significativo dos suportes (Foster+Partners, 2016).

O projeto tem acreditação LEED platina – a acreditação mais exigente a nível da sustentabilidade –, muito devido à importância dada à ventilação natural, ao controlo das cargas térmicas e da incidência solar, e ao reaproveitamento das águas pluviais.

Modelo BIM: não houve um modelo BIM, mas muitos. Ao nível da arquitetura havia 120 modelos BIM, divididos por área e disciplina; ao nível da cobertura, havia 130 modelos; ao nível dos equipamentos e das estruturas, havia 35 modelos (esBIM, 2016). Os modelos BIM são LOD 200 e atingirão LOD 300 no projeto de execução.

O porquê da utilização do BIM:

Arquitetura e coordenação	Especialidades e obra
Parametrização da complexa geometria do projeto.	Análise da engenharia de estruturas.
Enorme escala, complexidade e magnitude do projeto	Pré-fabricação dos elementos constituintes da cobertura.
Criar plantas do espaço.	Cálculo de cargas térmicas.
Visualização dos vários espaços.	Coordenação ao nível do 3D-BIM e <i>clash detection</i> precoce.
Programação dos espaços.	Revisão do desenho.
Produção de peças desenhadas (foram produzidas 5000 plantas)	Manutenção do aeroporto (7D-BIM).

Grau de sucesso: todas as equipas projetistas envolvidas usam a metodologia BIM. É também em BIM que funciona o sistema de *handling* e assistência em escala ao transporte aéreo. Todas estas disciplinas produzem modelos que foram integrados pela arquitetura num único modelo.

Conclusão

O BIM é uma metodologia que urge implementar no sector AECO – um dos mais ineficientes do mundo. É possível usar os mesmos recursos de forma mais eficaz, melhorando exponencialmente a comunicação entre especialidades e intervenientes no projeto. Comprova-se que, em ambiente BIM, é mais fácil gerir as equipas da obra e a própria obra em si, diminuindo a quantidade de decisões que são tomadas durante a construção devido a erros e omissões de projetos, que são desta forma detetáveis numa fase precoce do projeto.

O facto de se operar num modelo central faz com que todas as informações do projeto (desde as peças de desenhadas aos mapas de quantidades, passando pelas estimativas de custos e orçamentos) estejam continuamente a ser atualizadas. Num cenário de total implementação, será exequível prover a uma efetiva redução de custos de projeto inerentes ao tempo e aos recursos despendidos na atualização de elementos que, num processo tradicional, são etapas que consomem muito do tempo das equipas.

Este fator é o que permite afirmar que, sobretudo para o projetista de arquitetura, se ganha tempo para conceção. A coordenação das várias especialidades é mais ágil e as peças desenhadas são geradas automaticamente, libertando a equipa para o *core* do ofício.

Num sector com crescente consciência e legislação aplicável à sustentabilidade concorre o facto de que a sustentabilidade energética é uma das dimensões de trabalho BIM. Existem ferramentas BIM que tornam possível, numa lógica solar passiva e de redução de consumos, melhorar o projeto desde uma fase embrionária de desenho.

Também ao nível da gestão do ciclo de vida do edifício e até à sua demolição é óbvio o contributo da informação parametrizada, pois é possível fazer uma gestão otimizada e assertiva – seja ao nível dos equipamentos, seja sob o ponto de vista imobiliário. Se o dono de obra o entender, será possível ter uma visão global em tempo real das necessidades, índices de ocupação, rentabilidades ou necessidade de reparação de equipamentos do edifício.