

# Maturidade digital da indústria da construção – Exigências, aplicações e novos desafios

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.77.32>

Bruno Caires<sup>1</sup>, Francisco Reis<sup>1</sup>, José Carlos Lino<sup>2</sup>

<sup>1</sup> BIMMS – BIM Management Solutions, Porto

<sup>2</sup> BIMMS – BIM Management Solutions, Porto, ID ORCID 0000-0002-1227-600X

## Resumo

O BIM chegou definitivamente à preparação das grandes obras a nível mundial. Clientes e Empresas envolvidas na fileira da construção perceberam o potencial de gestão de risco e de otimização de recursos ao anteciparem os seus processos de fabrico e montagem através de um verdadeiro gémeo digital. Esta necessidade ganha ainda maior relevância no caso de edifícios de elevado grau de complexidade, altamente exigentes na integração das diversas especialidades, civis e eletromecânicas, tais como hospitais, edifícios de ensino, data centres, ou fábricas para as indústrias de componentes tecnológicos.

No último quinquénio a BIMMS tem tido a oportunidade de participar em vários dos maiores projetos do mundo nestas áreas, apoiando o cliente e construtores em gestão de projeto, coordenação de equipas e modelos e preparação de obra, com identificação de problemas e respetiva proposta de alternativas.

Neste artigo apresentam-se alguns dos desafios que este tipo de obras tem apresentado à BIMMS, bem como as soluções que foram adotadas para os ultrapassar, algumas padronizadas e escaláveis e outras feitas à medida e fruto de desenvolvimento. Alguns dos casos relatados descrevem esses casos nomeadamente apoio ao concurso em BIM, apoio à gestão contratual, gestão de modelos, coordenação de equipas, estudos de compatibilidade entre especialidades, estudos de construtibilidade e otimização, gestão de alterações e análises de dados.

**Palavras-chave:** BIM Management, Construção Digital, Coordenação Técnica, Analytics, Preparação de Obra, Gémeo Digital.

## 1. Introdução

Cada vez mais os mercados estão a atingir maturidades elevadas e os requisitos e exigências e expectativas dos clientes em relação ao BIM são cada vez maiores [1]. Nos projetos de elevada dimensão e complexidade, os donos de obra procuram controlar o risco e o retorno do seu investimento, forçando a adoção de práticas de gestão da informação ao longo das diversas fases do projeto, construção e operação. A BIMMS tem tido oportunidade de participar em alguns desses projetos, pelo que reúne neste artigo um conjunto de experiências colhidas ao longo dos últimos 5 anos.

Essas experiências procuram apresentar-se aqui de um modo estruturado, em torno dos principais setores em que a BIMMS tem atuado, nomeadamente em grandes edifícios para educação, para Data Centres e para Produção de Semicondutores. Nestes casos, e em particular no que se refere à fase de projeto e construção digital, são elencados os novos requisitos dos clientes, descritos os desafios e relatadas as metodologias e processos que foram necessários implementar para atingir as soluções requeridas.

Destas experiências extraíram-se análises de tendências, identificaram-se oportunidades e inovações que cada vez mais, se tornam obrigatórias para quem necessita de atuar nestes mercados em que a maturidade digital é muito elevada.

Assim o principal objetivo desta publicação é o de partilhar este conhecimento e experiência e contribuir para a identificação de uma padronização nos empreendimentos BIM com níveis de exigência mais elevados, que possa servir os profissionais e as empresas que atuam nesta área.

## 2. Indústria da Construção - Exigências

A construção é um sector estratégico para o desenvolvimento das economias e os governos e os atores públicos contratantes, por um lado, bem como os grandes clientes privados, por outro, são o seu principal motor. Contudo, existem alguns problemas conhecidos que podem afetar o processo de construção: níveis de colaboração, subinvestimento em tecnologia e I&D e má gestão da informação. Por conseguinte, o investimento na melhoria do processo de construção junto dos grandes clientes, representado pela metodologia BIM, é fundamental para ajudar a garantir o sucesso da digitalização no sector da construção. Os principais benefícios reconhecidos que a tecnologia BIM pode proporcionar podem ser encontrados no controlo dos custos do ciclo de vida, no processo eficaz de construção, na melhoria da conceção e da qualidade, no apoio à tomada de decisões e na gestão dos riscos. A falta de benefícios a curto prazo, juntamente com um longo período de retorno do investimento estão listados como os principais fatores negativos abrandando a adoção do BIM [2]. A adoção do BIM nos concursos públicos é um processo muito longo e complexo,

muito ligado a uma mudança cultural do que à simples introdução de novo software e *hardware* para apoiar o trabalho do dia a dia (Figura 1).

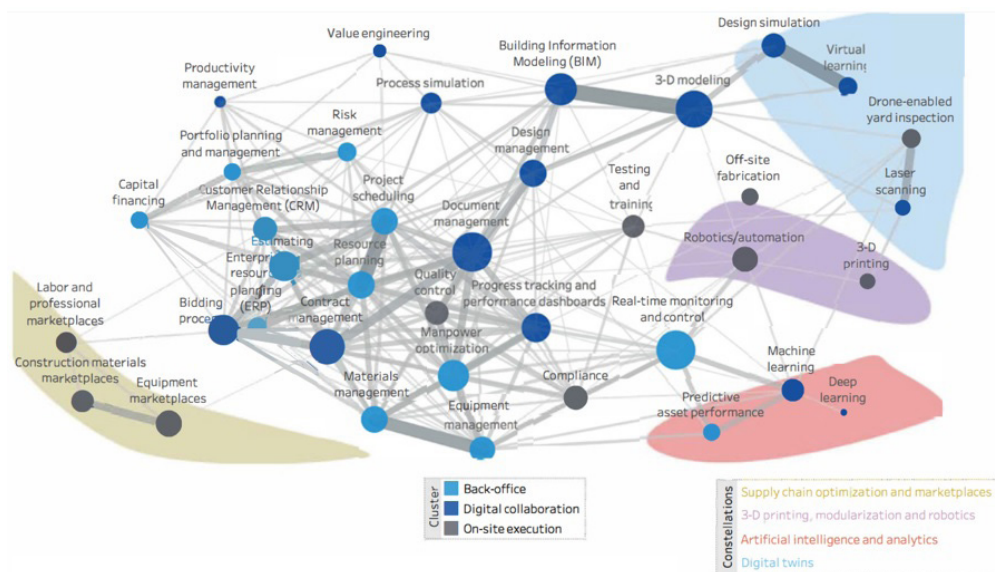
Uma análise feita pela McKinsey & Company encontra três tendências-chave que estão a moldar a indústria: constelações emergentes de soluções em torno de casos de usos correntes, a aceleração do investimento em tecnologia e um conjunto em expansão de casos de uso promissores (Ver Figura 2) [3]. Da análise do ecossistema da tecnologia da construção apresentado nessa figura, conseguem encontrar-se tendências emergentes, constelações de soluções e um universo cada vez maior de casos de usos de tecnologia que estão a consolidar a nova forma como planeamos, concebemos e executamos projetos. Pelas ligações entre si e consistência na sua bidirecionalidade podem-se identificar clusters de atividades, que se agruparão principalmente em três áreas: Back-office e serviços adjacentes e de suporte, que indiretamente fazem os processos funcionar (como a gestão de recursos humanos e de equipamentos ou a monitorização e controlo em tempo real); a Colaboração digital, virada para a equipa, em que podemos encontrar campos como a gestão documental e contratual, e mesmo a gestão de modelos e ambientes partilhado de dados; e a Execução na obra, muito alinhada com a verificação da qualidade, as inspeções e a consequente formação de profissionais.

Sobre as constelações que tendem a criar tendências, são reconhecíveis: a impressão 3D, modularização e robótica; os gémeos digitais; e a inteligência artificial e analítica, que estão em posição de ser transformacionais para esta indústria [4] [5]. Uma quarta constelação, a da otimização da cadeia de fornecimento e dos mercados, tem evidenciado também um rápido crescimento.



	STRENGTHS	WEAKNESSES
BIM ADOPTION IN PUBLIC TENDERS	Improvement in management and coordination	Few or no benefits at the beginning
	Improvement in maintenance activities - operation phase	Low productivity and additional effort required
	Reduction of contingencies through improvement of clash detection and quality check	Specific knowledge and expertise required
	Improved time management and efficiency in time scheduling	High costs of adoption
	Improvement in costs estimation and information management	Complexity and lack of flexibility
	Reduction of total projects' costs	Interoperability issues
	Improvement in projects' quality	
	OPPORTUNITIES	THREATS
BIM ADOPTION IN PUBLIC TENDERS	Regularisation and streamlining of the national AEC procedures	Lack of a clear regulatory framework and incentives for adoption
	Digitalisation of the aec sector	Cultural and procedural obstacles
	Specific studies on and analyses of costs and benefits associated with BIM	Monopoly of certain software companies
	Development of a clear regulatory frameworks and introduction of incentives	High costs of adoption

**Figura 1**  
Análise SWOT resultante dos levantamentos nos países participantes (EU) [2].



**Figura 2**  
Ecosistema de tecnologia de construção – tendências e constelações de atividade em torno de casos de utilização estabelecidos e emergentes [3].

É neste enquadramento que os grandes Clientes e as Empresas envolvidas na fileira da construção apostam na antecipação dos seus processos de fabrico e montagem através de um verdadeiro gémeo digital em resposta ao potencial de gestão de risco e de otimização de recursos. Esta necessidade ganha particular relevância no caso de edifícios de grande dimensão ou elevado grau de complexidade, tais como os edifícios de ensino, os data centres, ou as fábricas para as indústrias de componentes tecnológicos. Apresenta-se de seguida a recolha da experiência da BIMMS acerca destas três tipologias de edifícios.

### 3. Maturidade Digital por Sector – Aplicações

No último quinquénio a BIMMS tem tido a oportunidade de participar em vários dos maiores projetos do mundo nestas três áreas, apoiando o cliente e construtores em gestão de projeto, coordenação de equipas e modelos e preparação de obra, com identificação de problemas e respetiva proposta de alternativas. Apresentam-se de seguida essas experiências em cada um dos três tipos de edifício, estruturando-se essa apresentação por: (i) Âmbito de atuação da BIMMS nesses trabalhos em particular; (ii) Desafios que este tipo de obras tem apresentado; e (iii) Soluções que foram adotadas para os ultrapassar, algumas padronizadas e escaláveis e outras feitas à medida e fruto de desenvolvimento. Alguns dos casos relatados descrevem esses usos, nomeadamente apoio ao concurso em BIM, apoio à gestão contratual, gestão de modelos, coordenação de equipas, estudos de compatibilidade entre especialidades, estudos de construtibilidade e otimização, gestão de alterações e análises de dados, entre outros.

#### 3.1. Sector Educação

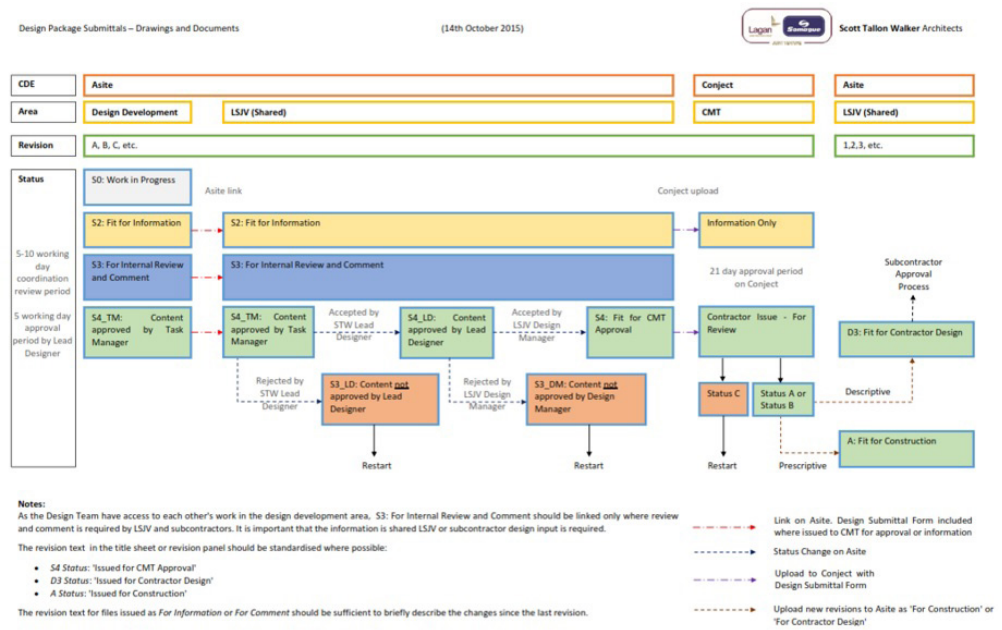
Os dados aqui relatados e recolhidos ao longo de mais de 6 anos, desde 2015, baseiam-se principalmente na participação intensa da BIMMS na coordenação técnica

de projeto, preparação de obra, gestão BIM, compilação técnica e apoio na integração modelo com sistema AM, da Ulster University em Belfast na Irlanda do Norte [7].

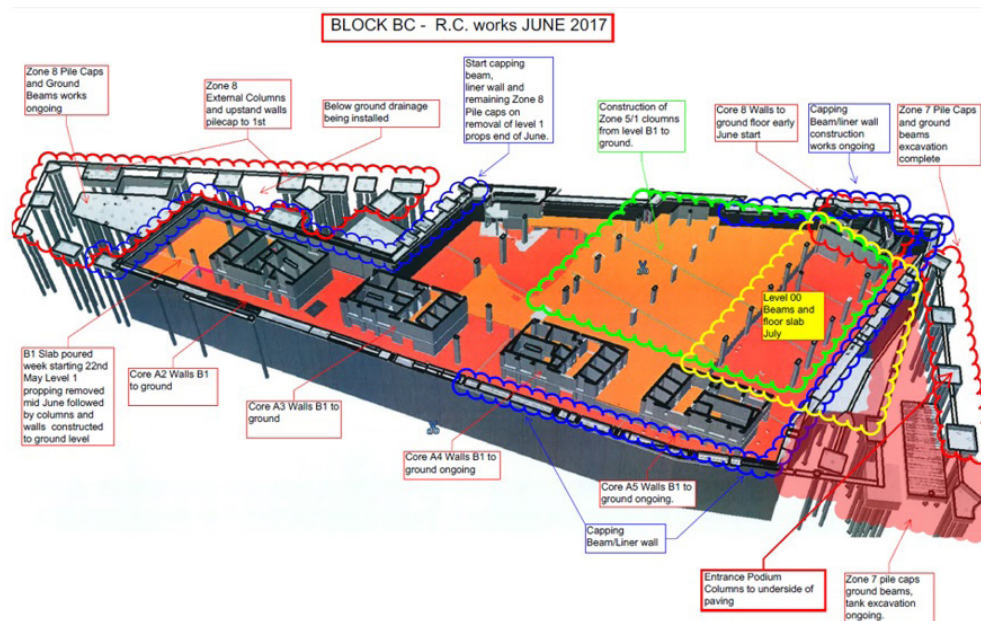
Como âmbito de atuação, a BIMMS assumiu a Gestão dos Projetos, a Gestão do Processo BIM, nomeadamente das várias partes interessadas, a Coordenação de Projetos e apoio à obra e a Engenharia de valor (Value Engineering).

Vários foram os desafios colocados pelo cliente, nomeadamente o Elevado Envolvimento da Equipa do Cliente (vários clientes e várias partes interessadas), o Desenvolvimento do Projeto com envolvimento de múltiplos projetistas e subprojetistas, a Pormenorização de Projeto, exigindo um elevado nível de detalhe, as Restrições de Coordenação Espacial, a Interface com os atores da Gestão de Ativos para a Fase Operativa, Relatórios de Projeto de elevado grau de detalhe e elevado nível de interface com as condições existentes.

Em resposta a estes desafios foram implementadas as Normas de Projeto BIM (reconhecidos pela indústria), a Gestão de Dados e Colaboração entre as Partes Interessadas, a Estratégia de coordenação de projeto, gestão do espaço e o processo de deteção de conflitos (Ver Figura 3).



**Figura 3**  
 Processo de aprovação dos entregáveis de projeto.



**Figura 4**  
Preparação de projeto  
– desenhos de prepara-  
ção.

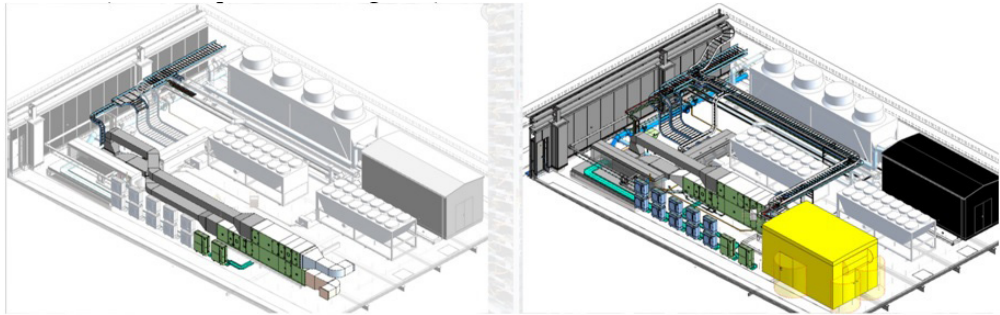
Além disso foram também implementados a automatização da C-Sheet (Folha de Desenhos técnicos de disposição integrada) (Ver Figura 4), diversas Simulações com vista à Otimização de projeto (engenharia de valor), Digitalização a laser (Tecnologia de Nuvem de Pontos) e ainda Integração de Técnicas de Análise de Dados, incluindo Relatórios do Projeto e de Gestão de ativos. Estas soluções foram implementadas com sucesso e com aprovação reconhecida pelo cliente.

### 3.2. Setor Data Centres:

Em relação aos *Data Centres*, vários foram os projetos que deram origem aos dados aqui apresentados, localizados principalmente na Alemanha, na Holanda e também no Reino unido. A BIMMS teve um papel importante nas atividades de revisão de pré-construção, coordenação MEP, preparação de obra multidisciplinar, controlo de quantidades, gestão BIM, assistência técnica à obra e compilação técnica/as-built [8] [9].

Como âmbito de atuação, a BIMMS assumiu a Revisão da Qualidade dos Modelos, a Coordenação de Projeto, nas Fases de Pré-Construção e Construção, a Coordenação da conceção do fabrico, o Controlo das Quantidades e dos custos bem com a Entrega de modelos – PIM para AIM.

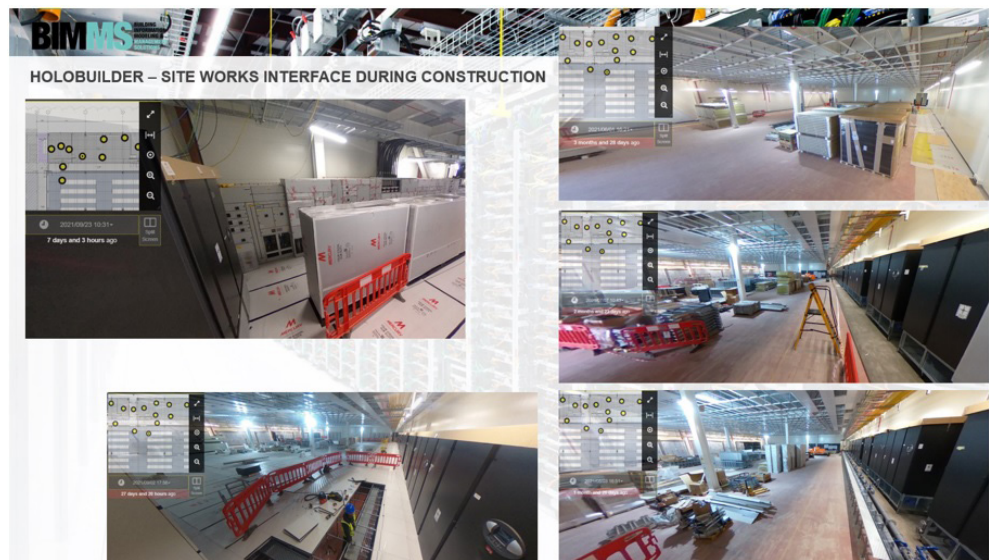
Dos vários desafios colocados pelo cliente, identifica-se o Programa - Conceção e Construção numa Abordagem rápida, a Interface com as múltiplas partes interessadas, a Pormenorização de projeto com um Elevado nível de detalhe e o Optioneering (Pedido de alternativas por parte do cliente) como se pode ver na Figura 5).



**Figura 5**  
Opções de projeto.

Além destes outros desafios foram também o Ritmo acelerado da obra e a respetiva dificuldade no acompanhamento, as Restrições de Coordenação Espacial e o Relatório de Projeto de Elevado grau de detalhe.

Em resposta a estes desafios foram implementadas as Normas de Projeto BIM (reconhecidos pela indústria) com Gestão de Dados e Colaboração das Partes Interessadas, a Estratégia de coordenação de projeto incluindo gestão do espaço e do processo de deteção de conflitos, o Conceito do modelo ativo, com Colaboração total com as outras partes interessadas via Cloud, Programação API para Otimização de Tarefas Repetitivas, a Implementação de HoloBuilder ou soluções equivalentes permitindo uma visão diária do progresso na obra (back office) (ver Figura 6) [6], a Integração de Técnicas de Análise de Dados incluindo Relatórios de Projetos e de Gestão de ativos bem como Função de Opções de Projeto a análise das Capacidades do Software BIM.



**Figura 6**  
HOLOBUILDER – Interface de trabalhos de obra durante a construção.

### 3.3. Sector Semicondutores:

Os dados aqui relatados e recolhidos baseiam-se principalmente na participação da BIMMS na Coordenação MEP, na preparação de obra multidisciplinar, na preparação de fabricos, no controlo de quantidades e na assistência técnica à obra e suporte as-built, de uma mega-fábrica de semicondutores [10].

Como âmbito de aplicação a BIMMS assumiu a Coordenação elétrica, a Conceção do fabrico, a Otimização e apoio ao projeto e a Coordenação de Instalação de Ferramentas.

O Cliente no BEP (BIM Execution Plan) acabou por elencar como usos as Medições e Quantidades (Modelação 5D), as Revisões de conteúdo, o Controlo da qualidade (QA/QC), o Planeamento de fases (Modelação 4D), a Validação do código, as Especificações e Detalhes Padrão, a Lista de equipamento, a Gestão do Espaço do MEP, a Base de dados (FASTR) de pontos de ligação (POC), o Fornecimento do conteúdo de pré-processado, pré-fabricado, e fabrico fora da obra, o Controlo e Planeamento 3D (Layout Digital / BIM para a obra), o Projeto e fabrico de parceiros comerciais, o Projeto de métodos de construção, a Coordenação de Construção 3D e a Modelação de existências.

Vários foram os desafios colocados pelo cliente, nomeadamente a programação de rastreio rápido, a Pormenorização de projeto (LOD400/LOD500), o Portal de Aprovação, a Metodologia de controlo de qualidade QA/QC, a existência de Projetos Multidisciplinares, ter mais de 300 partes interessadas (ao vivo) e Elevada Precisão para alimentar o Gémeo digital.

Em resposta a estes desafios foram implementadas as seguintes metodologias e soluções:

- (i) Normas sobre Processos de Modelação: As Validações do equipamento, Especificações do fornecedor, Princípios de exequibilidade e Relatórios de cálculo de apoio;
- (ii) Processos e padrões internos de controlo de qualidade GQ/CQ: As Diretrizes e Princípios de GQ/CQ a serem revistos, as Rotinas de revisão que produzem dados brutos – analisados posteriormente, as Verificações de viabilidade – admissibilidades específicas a serem cumpridos;
- (iii) Analíticas BIM: Quantificação de problemas de qualidade, Decisões de gestão baseadas no relatório de qualidade, reuniões de Alinhamento com relatórios de qualidade, Avaliação da Coordenação do progresso através de informação de dados, Controlo da quantidade – tempo decorrido (ver Figura 7).





**Figura 7**  
Rotinas de controle de  
qualidade internas QA/  
QC – Análíticas BIM.

#### 4. Novos Desafios & Inovação

Com base nos casos de estudo acima relatados e apresentados, foi possível identificar como principais Desafios da indústria de construção atual o Elevado Envolvimento do Cliente, o Aumento do detalhe de projeto (Demonstração de Conformidade), a Coordenação das múltiplas partes interessadas, os Requisitos adicionais para a coordenação espacial (conformidade CDM), o Relatório de Progresso – BIM aplicado à Gestão de Projetos, a Engenharia de valor que passa a ser a norma, a Solução Pré-fabricada e a Construção fora do local que também é uma realidade, a Transparência, a Abordagem Rápida que passa a ser a norma, o *Optioneering* (escolha de diferentes opções) pela equipa do cliente, o Trabalho à distância sempre que possível, o Controle e Monitorização de Quantidades, as Entregas sob um Modelo de informação do ativo.

A indústria atual exige assim processos colaborativos digitais, em tempo real, simplificados, interoperáveis e modelos BIM preparados para suportar múltiplos usos.

Nesta mudança para a chamada Construção Digital, identifica-se uma estratégia de base que tende a tornar-se a norma vigente nestes projetos de grande dimensão e complexidade, em que se podem resumir como principais Objetivos estratégicos:

**Na Perspetiva do cliente:** A Abordagem digital da gestão de ativos e existências e a Integração digital com *software* de Manutenção; a Melhor interação durante as fases-chave de desenvolvimento do projeto e entrega da instalação; a mitigação do risco global; o marketing – endomarketing & público;

**Na Perspetiva da gestão de projeto:** A análise de relatórios – controlo de progresso/controlo de qualidade/indicadores de performance; a implementação de um registo digital integrado de restrições;

**Na Perspetiva do construtor:** Análises de viabilidade, otimização e coordenação detalhada antes do fabrico e instalação; a Melhoria da exatidão e a consistência dos produtos de fabrico de construção (desenhos, medições);

os Métodos digitais para extrair, controlar e rever quantidades e a sua respetiva interface BOQ; as Simulações do programa - melhor visualização/comunicação para sequenciamento de instalação com definição de marcos de projeto e revisão crítica do processo; o Controlo de custos integrado; o Apoio à contratação com Extração de pacotes de contratação consistentes; a Integração da obra - Procedimentos digitais para Snagging; a Melhoria do Planeamento e logística do local; a Saúde e segurança - Digitalização de procedimentos de avaliação de risco e gestão de riscos;

**Na Perspetiva do desenvolvimento de projeto:** A Melhoria das análises de conformidade de requisitos e códigos, de coordenação multidisciplinar, de instalação e de acessibilidade, a Melhoria da integração das estratégias de manutenção O&M com as verificações de conformidade CDM durante o desenvolvimento do projeto, o Controlo de Medições e orçamentos com Implementação de um valor objetivo de projeto baseado em limites máximos orçamentais, a Informação de projeto digitalmente integrado (modelos BIM, desenhos, esquemas, especificações, medições) prevenindo inconsistências; a Abordagem melhorada à engenharia de valor; a Sustentabilidade: BREEAM/LEED e Integração BIM; a Análise de localização – Otimização da posição do edifício e verificação dos regulamentos aplicáveis; a Análise energética – demonstração de conformidade e abordagens otimizadas; a Gestão das alterações de projeto – Implementação de rastreabilidade

Soluções Pré-fabricadas – análise de viabilidade; Aceleração da pre-construção – permissão de trabalhos antecipados.

## 5. Conclusão

A tendência dos requisitos da indústria AECO tem vindo a progredir. A digitalização e a sua evolução continuarão a surgir como resposta aos desafios, nomeadamente destacando-se áreas como o *machine learning*, o *E-Procurement*, o *digital twin* – a integração sensorial IOT, o *compliance checking*, as tools em plataformas web-based, entre outras.

A digitalização implementada ao nível estratégico e ao nível do processo operativo é umas das soluções que viabilizam o desempenho competitivo atualmente exigido pela indústria. A congregação da digitalização com os conhecimentos nas áreas de gestão de projeto, arquitetura, engenharia, construção e gestão de ativo é expressivo para corresponder aos atuais desafios impostos.

Através do levantamento e apresentação de casos de estudo do último quinquénio, em que a BIMMS teve um papel intenso de coordenação BIM, é notório o incremento significativo, identificado dum modo progressivo e transversal, quanto à exigência de desempenho requerida em projetos de construção e no contexto colaborativo da indústria AECO.

O gestor de contracto, construtores e diversos intervenientes estão a ser confrontados com novos desafios que requerem uma resposta diferenciada à da tradicional, exigindo assim uma necessidade de conformidade e competitividade, uma revisão aos processos de trabalho e de comunicação e conseqüentemente formato da tomada de decisão que deverá ser ainda mais dinâmica e sustentada analiticamente. Conseqüentemente, impõe a necessidade de melhoria contínua e demonstração de evidências por parte do executor com processos de escrutínio técnico, económico e respetivas monitorizações de desempenho.

A exigência verificada foi agrupada por fatores de (i) incremento dos requisitos técnicos ao nível de especificações e regulamentação, (ii) de flexibilidade para alterações de projeto que visa a otimização (*value engineering*), (iii) de controlo e monitorização económica, (iv) de aumento dos standards de qualidade e acompanhamento dos trabalhos e (v) de simulação e controlo do planeamento dos trabalhos.

## Referências

- [1] Observatory, E. construction sector, “Building Information Modelling in the UK construction sector”, 2019;
- [2] European Innovation Council and SMEs Executive Agency, “Calculating Costs and Benefits for the Use of Building Information Modelling in Public Tenders - Methodology Handbook”, European Commission, 2021;
- [3] Jose Luis Blanco, Andrew Mullin, Kaustubh Pandya, Matthew Parsons, and Maria Joao Ribeirinho, “Seizing opportunity in today’s construction technology ecosystem”, *Capital Projects & Infrastructure*, McKinsey & Company, 2018.
- [4] A. Zabin et al., “Applications of machine learning to BIM: A systematic literature review”, *Advanced Engineering Informatics*, 2022.
- [5] H. Liu et al., “A knowledge model-based BIM framework for automatic code-compliant quantity take-off”, *Automation in Construction*, 2022.
- [6] S. V. Tran et al., “Generative planning for construction safety surveillance camera installation in 4D BIM environment”, *Automation in Construction*, 2022.
- [7] BIMMS, Greater Belfast Development Ulster University, Atividades de coordenação técnica de projeto, preparação de obra, gestão BIM, compilação técnica e apoio na integração modelo com sistema AM (2015 – presente), 2022.
- [8] BIMMS, Data Center Localizado em Londres, UK, Atividades de revisão de pré-construção, coordenação MEP, preparação de obra multidisciplinar, controlo de quantidades, gestão BIM, assistência técnica à obra e compilação técnica/as-builts (2019 – 2020), 2022.

- [9] BIMMS, Data Center Localizado em Frankfurt, Alemanha, Atividades de revisão de pré-construção, coordenação MEP, preparação de obra multidisciplinar, controlo de quantidades, gestão BIM, assistência técnica à obra e compilação técnica/as-builts (2020 – 2021), 2022
- [10] BIMMS, Semiconductor Factory, Europe, Atividades de coordenação MEP, preparação de obra multidisciplinar, preparação de fabricos, controlo de quantidades, assistência técnica à obra e suporte as-built (2019 – presente), 2022