

# Projetar em BIM | Caso de estudo do mercado Kumasi, Gana

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.77.26>

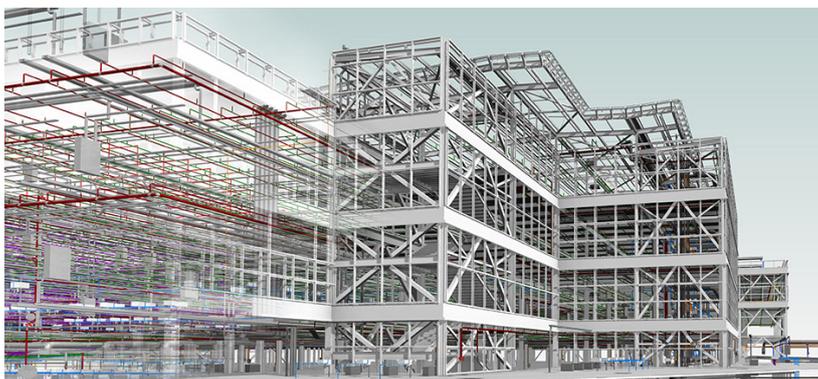
Rúben Reis<sup>1</sup>, Paulo Rodrigues<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Quadrante eng., Lisboa*

## Resumo

No grupo Quadrante, com a prestação de serviços de consultoria em Engenharia e Arquitetura, com uma equipa de mais de duzentos colaboradores, escritórios em três continentes e com oito áreas de negócio (Edifícios, Transportes, Indústria e Energia, Infraestruturas, Hidráulicas, Ambiente, Novas cidades, Aeroportos e Fiscalização) tem vindo a apostar cada vez mais na implementação do BIM no desenvolvimento dos seus projetos procurando assim uma constante melhoria na qualidade e valor dos serviços prestados aos seus clientes.

Neste artigo, vamos descrever o caso de estudo do projeto do Mercado Kumasi, no Gana, que foi desenvolvido com a metodologia CAD tradicional até à fase de licenciamento e que passou para a metodologia BIM na fase de execução, expondo assim os vários desafios e mais-valias desta transição.



**Figura 1**  
Classificações e propriedades para conceção e desconstrução, reuso e reciclagem.

## 1. Introdução

BIM tem promovido uma transformação na indústria AEC, arquitetura, engenharia e construção onde a informação está no centro da metodologia, que aumenta o rigor na quantificação, no controlo de custos e na produtividade da fase de projeto, dando assim várias vantagens em comparação com a metodologia tradicional 2D CAD. [1]

O mercado Kumasi com cerca de 172.000 m<sup>2</sup> é, atualmente, o maior mercado da África Ocidental, contemplando um investimento de 250 Milhões de euros e irá albergar na 1ª fase cerca de 8.500 lojistas e mais 10.500 numa segunda fase.

O desenvolvimento do projeto do mercado Kumasi, durante a fase de licenciamento (Schematic Design) foi realizado em 2D CAD. Dada a dimensão e complexidade do edifício, a coordenação das várias especialidades, através do método tradicional tornou-se insuficiente para interpretar todos os detalhes com o rigor exigido, sem despendar demasiado tempo a analisar caso a caso.

A própria partilha de informação entre os projetistas dessas especialidades acaba por ser incompleta uma vez que, mesmo sobrepondo todas as disciplinas em planta, a coordenação das mesmas torna-se complexa e penosa dada a falta de informação que existe, por exemplo, na altura a que as várias infraestruturas se encontram ou no cruzamento com elementos singulares que são mais difíceis de interpretar em planta (Ex: travamentos metálicos).

Estes são alguns exemplos de situações que, usando a metodologia tradicional, acabam por dificultar a comunicação entre os vários *stakeholders* e levam a erros de projeto que apenas são detetados numa fase mais avançada do processo, nomeadamente em fase de execução de obra, que muitas vezes originam a quebra do planeamento das empreitadas.

## 2. As vantagens da metodologia BIM

A metodologia BIM originou o repensar da forma como colaboramos e comunicamos durante a conceção do projeto, a sua construção e posteriormente a gestão e operação do próprio edifício ou infraestrutura.

Ao desenvolvermos o projeto do mercado Kumasi, usando os processos e ferramentas BIM veio ajudar as equipas da Quadrante, da construtora e cliente, a interpretar, de forma bastante mais clara, o edifício no seu todo. A transição do 2D para o 3D, num ambiente colaborativo onde todas as especialidades estão modeladas tridimensionalmente e a identificação dos problemas se tornou mais fácil de detetar, melhorou substancialmente a comunicação entre a equipa de projeto. A construtora envolvida na fase de projeto, tinha um papel bastante ativo no desenrolar do projeto.

Esta transição fez com que, numa fase ainda de projeto, fossem detetadas algumas incompatibilidades apresentadas na fase anterior, permitindo rever e propor melhores

soluções sem haver um sobrecusto para a obra e, conseqüentemente, para o cliente. Outra grande vantagem detetada nesta transição foi a capacidade de organização do processo num ambiente colaborativo, através de um CDE estruturado segundo a norma da ISO 19650 [2][3] e partilhado pelas várias equipas de projeto. Os próprios softwares usados para realizar a modelação das especialidades melhoraram a produtividade na organização dos vários elementos produzidos para entregar ao cliente (peças desenhadas, tabelas, etc.)

Desta forma, quando falamos em BIM, mais do que 3D, falamos em inovação, colaboração, comunicação e coordenação, por outras palavras interoperabilidade.

## 2.1. A importância do documento BEP

O BEP [4] (BIM Execution Plan) é o documento que define e discrimina as regras que devem ser seguidas durante todo o processo de projeto. Estas regras podem ser: quem são os responsáveis pela gestão BIM do projeto e o seu papel, os usos BIM que são pretendidos, isto é, a definição clara e inequívoca dos objetivos que se pretende atingir ao utilizar as ferramentas da metodologia BIM, qual o LOD [5] (Level of Development) contratado para cada disciplina, qual o CDE (Common Data Environment) que vai ser usado, nomenclaturas a ser usadas, datas chaves para entregas dos projetos ou para partilha de informação, entre outras.

Para o desenvolvimento do projeto do mercado Kumasi, este documento foi uma peça fundamental para garantir que as equipas soubessem os objetivos que tinham de atingir, garantido uma maior produtividade desde o início do processo.

## 2.2. Os desafios de transitar para a metodologia BIM

A implementação desta metodologia não é algo imediato e requer um grande esforço para formar e adaptar todos os intervenientes às novas ferramentas e processos, sendo que, quanto maiores forem as equipas, mais complexa se torna esta implementação.

Neste projeto existem três grandes players, a Quadrante como responsável por todas as engenharias, a Arkteto como arquitetos e a Contracta como construtora e cliente, o que, por si só, representa um desafio para que todos estivessem alinhados com os processos definidos. O trabalho colaborativo tem muitas vantagens, mas exige que haja um trabalho de organização e controlo de qualidade muito grande logo desde o início do processo de forma a potenciar a produtividade de todos, como por exemplo, com a criação de um modelo de coordenação que serve para definir e estabilizar algumas premissas do projeto como os eixos estruturais, níveis e georreferenciação, determinar quando e como seriam partilhados os modelos entre as várias especialidades, definir quem iria fazer a deteção de colisões e quando e como é que essa informação iria ser transmitida às equipas de projeto. Em suma, a definição destas e outras regras e boas práticas para um trabalho colaborativo mais efetivo, representam tanto uma evolução como um desafio para o desenvolvimento do projeto.

No entanto, estes desafios são mitigados pela conclusão de um projeto onde todos os intervenientes estão completamente cientes do trabalho desenvolvido.

### 2.3. O papel do BIM Coordinator

O papel do BIM Coordinator[6] ganha uma relevância muito importante num projeto desenvolvido com a metodologia BIM, pois é este que, fazendo a ponte entre o Coordenador do projeto e a equipa de produção, garante o cumprimento das regras definidas no BEP, realiza a verificação da qualidade dos modelos desenvolvidos e apoia as várias equipas de modo a que estas tenham as ferramentas necessárias para desenvolver os seus trabalhos.

Como referido no ponto 2.2., desenvolver projeto num ambiente colaborativo torna-se complexo e, é nesse sentido, que o BIM Coordinator surge como a figura que domina as ferramentas BIM num todo à qual as equipas devem e podem recorrer para aumentar a sua produtividade.

O BIM Coordinator, para além das responsabilidades elencadas anteriormente, deve ser aquele que executa a deteção de colisões entre as várias especialidades assim como aquele que partilha o relatório das mesmas de forma clara e objetiva para que os problemas encontrados sejam resolvidos o mais rápido possível.

No projeto do mercado Kumasi, existiram contratempos essencialmente no que toca à formação dos vários *players* assim como na forma como a informação era trocada entre as equipas de projeto. A existência do BIM Coordinator, num projeto desta dimensão, mostrou ser uma peça fundamental para colmatar estes desafios assim como para filtrar algumas tarefas de coordenação, libertando as equipas de projeto e garantido uma produtividade mais eficaz na conceção e desenvolvimento do mesmo.

### 2.4. Vantagens da realização da deteção de colisões em fase de projeto

A deteção de colisões utilizando a metodologia tradicional é penosa e pouco informada, sendo difícil de encontrar todas as incompatibilidades em tempo útil de projeto. As ferramentas utilizadas neste projeto ajudaram a acelerar este processo e a garantir a entrega de um projeto coordenado e evitando problemas graves em obra.

Esta deteção de colisões geral foi realizada em dois momentos chave, a meio do processo e antes da entrega final. Esta metodologia possibilitou detetar as zonas de maior conflito numa fase intermédia do projeto, dando tempo às equipas para analisar e encontrar soluções atempadamente, ao mesmo tempo que reduziu consideravelmente as colisões graves na fase final do projeto.

Os softwares usados tornaram mais fácil agrupar e partilhar as colisões detetadas entre as várias equipas de forma que estas conseguissem identificar rapidamente as zonas que estavam em conflito nos seus modelos. Estas ferramentas BIM, mais

uma vez, ajudam a acelerar o processo de comunicação e resolução de problemas atempadamente.

Outra grande vantagem é a redução de tempo que terá de ser despendido na assistência técnica em obra, já que os problemas de maior gravidade foram resolvidos em fase de projeto, resultando diretamente numa poupança significativa de tempo e custos tanto para as equipas de projeto como para a construtora, neste caso, o cliente.

## 2.5. Inovação

Com a criação de modelos digitais das várias disciplinas do edifício surge a oportunidade de criar automatismos que permitem extrair ou produzir informação destes de forma rigorosa e mais rápida em qualquer das etapas da vida útil do edifício ou infraestrutura. Podemos inclusivamente conectar o modelo a softwares de operação, para termos um edifício mais sustentável e de certa forma mais inteligente.

Por outro lado, ainda na fase de projeto, a criação de tabelas de quantidades associadas aos modelos e organizadas de acordo com os mapas de quantidades é um dos exemplos de outros automatismos usados em fase de projeto. Estas permitiram que, a qualquer momento do projeto, fosse possível extrair quantidades rigorosas e precisas independentemente das alterações que o projeto tenha sofrido.

A exigência de um projeto de execução requer que sejam feitas algumas tarefas repetitivas para diferentes zonas do edifício. Uma das tarefas é a atribuição de códigos a cada elemento segundo as suas propriedades. Para isso foi criada uma rotina que atribui um código único a cada um desses elementos, agrupando-os pelas suas propriedades permitindo que, mesmo que o projeto sofresse alterações, rapidamente fosse atribuído o código correspondente a estes elementos e, conseqüentemente, reduzindo os erros de codificação.

A utilização de plugins foi outra estratégia utilizada para reduzir o tempo consumido, por exemplo, para a duplicação de vistas e de folhas, ou para a exportação dos vários formatos necessários para concluir a entrega.

Um dos grandes chavões do BIM é a Informação que podemos gerar e/ou extrair dos modelos produzidos e, nesse sentido, a inovação e criação de ferramentas que automatizem tarefas repetitivas foi algo explorado neste trabalho e que mostrou ser muito positivo para o mesmo.

## 3. Projetar o mercado Kumasi em BIM

Como referido anteriormente o cliente deste projeto é a construtora Contracta e a arquitetura foi desenvolvida pelo atelier brasileiro Arkteto.

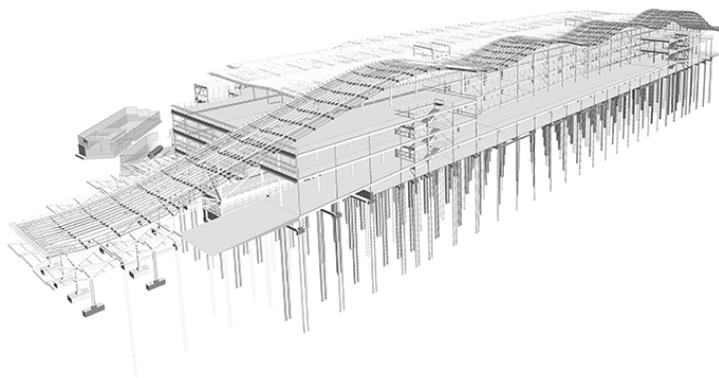
A Quadrante prestou serviços associados a Fundações e Estrutura, Geotecnia, Instalações Hidráulicas, Instalações de AVAC, Instalações Elétricas, Telecomunicações, Segurança, Gás, Rede Viária, Terraplanagens, além de um Estudo Hidrológico.

Nos tópicos seguintes serão abordados alguns dos temas relativos às disciplinas de Fundações e Estruturas, Instalações Hidráulicas e Instalações de AVAC onde foram identificadas as principais vantagens na transição para a metodologia BIM.

### 3.1. Fundações e Estruturas

No caso do Mercado Kumasi, o projeto de estruturas define grande parte do edifício uma vez que este é uma construção com uma tipologia industrial. Nesse sentido, o facto de este ter sido desenvolvido numa fase anterior, mesmo que em 2D, facilitou na definição das opções tomadas para aumentar a produtividade de modelação em 3D, no entanto, ter desenvolvido o projeto na metodologia tradicional até ao licenciamento e passado para a metodologia BIM na execução obrigou a algum retrabalho de temas que já estavam fechados como o desenho dos eixos estruturais, níveis e georreferenciação. Com isto, quer se dizer que, apesar de haver um ganho na modelação em existir um projeto pensando, mesmo que em 2D, a transição de uma metodologia para a outra a meio do processo acaba por ser pouco produtiva devido ao retrabalho de muitas tarefas que já estavam terminadas.

A rapidez que os softwares BIM proporcionam são uma grande vantagem em projetos da dimensão do mercado Kumasi. Um exemplo disso foi a rapidez da modelação das fundações, com mais de mil estacas, foram modeladas numa manhã de trabalho, representado um ganho de produtividade enorme.



**Figura 2**  
Imagem 3D do corte longitudinal do modelo de estruturas.

Na fase de licenciamento e até meio da fase de execução a estrutura metálica foi desenvolvida com perfis da norma portuguesa, no entanto, por exigência do cliente, foi necessário alterar todos os perfis para a norma britânica e, nessa altura, a modelação da estrutura metálica estava perto de estar finalizada assim como muitos desenhos já estavam concluídos. Outra vantagem em utilizar softwares BIM, onde os objetos têm propriedades, é que foi possível, através de tabelas, fazer a conversão dos perfis metálicos de uma norma para a outra sem ser necessário ir perfil a perfil fazer esta

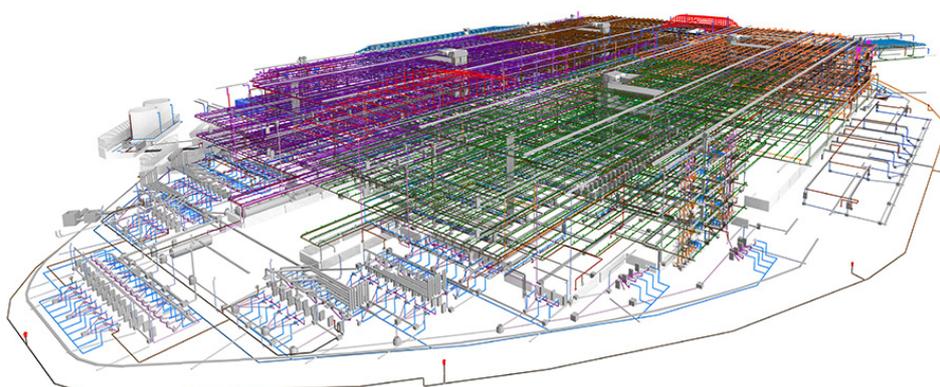
alteração. Como vantagem extra, os nomes dos perfis atualizaram automaticamente nas anotações, uma vez que estas, estão associadas às propriedades dos objetos.

O mercado Kumasi, sendo um projeto de grande dimensão e de tipologia industrial, tem alguma repetição da sua geometria. De forma a aumentar a produtividade, foram criados grupos de geometria que foram replicados em todo o edifício como, por exemplo, a estrutura secundária para o revestimento da fachada ou para coberturas que se repetiam. Esta metodologia fez com que as alterações que foram surgindo ao longo do processo fossem realizadas com muito menos esforço já que, bastava editar o grupo e estas eram replicadas por todas as instâncias do mesmo.

Não menos importante, é a interoperabilidade entre softwares BIM onde é possível haver uma troca de informação entre os vários stakeholders do processo em várias fases do mesmo. Prova disso é o aumento do detalhe no modelo de estruturas por parte do empreiteiro da estrutura metálica que, deu continuidade ao modelo realizado em projeto e criou um modelo de pré-fabricação para a obra, aumentando o LOD [5].

### 3.2. Instalações Hidráulicas

A modelação das instalações hidráulicas com uma metodologia BIM é complexa e morosa, sendo por vezes, desvalorizada no custo final da obra. No entanto, é uma das disciplinas onde se vê o maior trabalho de coordenação com as restantes especialidades, principalmente por causa das pendentes associadas às redes de drenagem gravítica. Tipicamente, é uma disciplina representada com desenhos unifilares no método tradicional, o que pode induzir em erros omissos em fase de projeto. Ao modelar estas redes em três dimensões torna-se mais fácil perceber quais serão as zonas de maior conflito e antecipar os problemas ainda em projeto.



**Figura 3**  
Modelação do MEP do mercado Kumasi.

A transição desta disciplina para a metodologia BIM neste projeto foi bastante positiva já que foram detetados problemas que inviabilizavam algumas soluções apresentadas em 2D, tais como, verificar que o aproveitamento da drenagem pluvial gravítica de toda a área de cobertura não era possível sem ter um impacto visual

enorme no mercado uma vez que iria chegar ao reservatório de aproveitamento das águas pluviais a cotas inferiores às permitidas e com diâmetros de tubagem muito grandes. A drenagem das redes de esgotos das lojas do piso 1 também tiveram de ser revistas por inviabilidade da solução apresentada na fase anterior por falta de pé direito livre legal, o que teve um grande impacto no dimensionamento das estações de tratamento de águas residuais.

As alterações mencionadas anteriormente ditaram um aumento das redes enterradas. Novamente, a existência do modelo tridimensional destas redes, fez com que a coordenação e a deteção de colisões entre si própria e com as vigas de fundação se tornasse menos penosa aumentando a produtividade assim como garantindo a entrega de um projeto com o menor número de incompatibilidades possível.

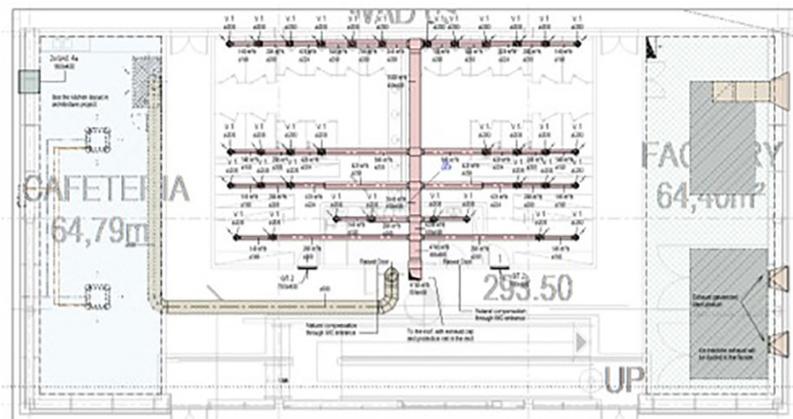
Outra situação que não foi devidamente verificada no projeto de licenciamento, isto é, com a metodologia tradicional, foi a posição das caleiras da rede de lavagem dos pisos e toda a sua rede. Com a modelação verificou-se que estas caleiras estavam em conflito com as ligações da estrutura metálica sendo necessário afastá-las.

A deteção destas incompatibilidades em fase de projeto, ainda que em fase de execução, foi muito importante pois as soluções apresentadas para resolver estes problemas tiveram impacto direto nas outras disciplinas. Desta maneira foi possível coordenar todas as especialidades sem atrasos nem custos adicionais em obra.

### 3.3. Instalações de AVAC

A modelação tridimensional das instalações de AVAC propostas na fase de licenciamento foi a que teve maior impacto junto do cliente dado a dimensão das condutas de desenfumagem. Apesar destas condutas estarem explícitas nos desenhos 2D da fase de licenciamento, foi na execução, ao navegar pelo modelo de AVAC (com os links das outras especialidades junto neste modelo) que o cliente percebeu o verdadeiro impacto que esta rede tinha no edifício, assim como custo associado a ela.

Esta situação gerou a necessidade de uma comunicação mais próxima e simplificada com o cliente resultando numa solução de compromisso entre as partes.



**Figura 4**  
Planta do piso 0 –  
balneários – redes  
aéricas.

Nesta disciplina foi possível ter um ganho de produtividade substancial no dimensionamento das redes assim como nas alterações que foram acontecendo ao longo do processo. O software usado permite o cálculo de caudais das condutas, assim como o seu somatório, sendo possível fazer uma comparação com as tabelas de cálculo usadas pelos engenheiros dando a possibilidade de fazer uma dupla verificação no que toca à perda de carga, velocidade de caudal, dimensão das condutas, etc. Mais uma vez, qualquer alteração que fosse feita às redes, tanto de dimensionamento, como de cálculo, as anotações já feitas eram ajustadas automaticamente às novas propriedades da geometria levando a um aumento de produtividade.

## 4. Conclusão

Com o caso de estudo apresentado foi possível concluir que, dada a dimensão do projeto, esta transição para a metodologia BIM mostrou-se como uma mais-valia enorme, já que foi possível melhorar vários aspetos do projeto, nomeadamente:

1. Melhoria substancial na comunicação de informação com o cliente (construtora) e os arquitetos (externo);
2. Identificação e resolução de erros de projeto das fases anteriores;
3. Facilidade em identificar soluções de projeto através de simulações;
4. Facilidade na deteção de colisões e coordenação entre as várias especialidades;
5. Partilha de modelos tridimensionais para aumento de detalhe para a obra;
6. Possibilidade de usar o modelo em gestão e operação do empreendimento.

Este projeto é assim um projeto referência das potencialidades e melhorias que podemos atingir ao transitarmos para a metodologia BIM.

## Referências

- [1] F. Roberti e D. Ferreira, *Increasing Autodesk Revit Productivity for Bim Projects*. Packt Publishing, 2021
- [2] ISO 19650, “ISO 19650-1:2018 – Information Management using Building Information Modeling – Part 1: Concepts and Principles”, International Organization for Standardization (ISO), 2018
- [3] ISO 19650, “ISO 19650-2:2019 – Information Management using Building Information Modeling – Part 2: Delivery Phase of the assets”, International Organization for Standardization (ISO), 2019
- [4] W. Ikerd, P. E. e CM-BIM, *Principal Investigator, BIM Project Execution Plan Guide An Introduction For Those New to BIM*, BIMFORUM, 2020
- [5] J. Bedrick, FAIA, W. Ikerd, P. E. e J Reinhardt, *Level of development (LOD) specification Part I & commentary for Building Information Models and Data*, BIMFORUM, 2020
- [6] BIM Corner, *Bim Coordination*. <https://bimcorner.com/bim-coordination-2/> (Acedido em 20/12/2021)