

# Infraestruturas do aeroporto do Montijo – Projeto base

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.77.29>

**Pedro Serra<sup>1</sup>, António Pereira da Silva<sup>1</sup>,  
Filomena Serra<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> COBA – Consultores de Engenharia e Ambiente

## Resumo

O presente artigo descreve os trabalhos de implementação e desenvolvimento BIM no Projeto Base do Novo Aeroporto do Montijo. A cargo da COBA estavam as especialidades das Infraestruturas do Aeroporto, que teriam de ser desenvolvidas, por requisito do cliente, através da metodologia BIM. Estas incluíam a reconversão e expansão da pista existente, acessos rodoviários, terraplanagens, sinalização, redes de drenagem, saneamento e abastecimento de água, iluminação, etc.

O Projeto beneficiou da utilização de diferentes soluções tecnológicas, suportadas por uma gestão de processos clara e permeável às necessidades de cada equipa. Os desafios BIM eram amplificados devido à natureza do trabalho a desenvolver na área das infraestruturas, com características e especificidades menos usuais. Estas diferenças refletiram-se em temas como a georreferenciação e coordenação de modelos, a definição do nível de detalhe dos vários objetos, e os usos e requisitos BIM que se traduziam em diferentes exigências de interoperabilidade, para os quais foram particularmente relevantes os formatos abertos IFC e LandXML.

Apesar dos desafios, o BIM é hoje uma realidade que, mesmo em projetos complexos, como é exemplo o Aeroporto do Montijo, permite elevar os níveis de qualidade e fiabilidade durante as diferentes fases de implementação do Empreendimento.

## 1. Introdução

O presente artigo pretende demonstrar a aplicação da metodologia BIM ao projeto base do Aeroporto do Montijo, nomeadamente no desenvolvimento das infraestruturas do aeroporto: rede de abastecimento de água, drenagem e saneamento, acessos rodoviários, e estudos e projetos relacionados com a pista e especialidades aeronáuticas. Em primeiro lugar será feita uma breve apresentação do âmbito do projeto, seguindo-se uma descrição da abordagem BIM.

## 2. Descrição do Projeto

O novo aeroporto do Montijo localiza-se na margem esquerda do rio Tejo, aproximadamente a 25 km de Lisboa, e resulta da reconversão da Base Aérea Militar nº 6, um aeródromo da Força Aérea Portuguesa.

A implantação do aeroporto numa base aérea em funcionamento permite o aproveitamento de algumas infraestruturas existentes, nomeadamente a Pista 01/19 que será expandida para acomodar as necessidades de tráfego dos aviões comerciais. Fazem também parte do projeto a construção de um Terminal de Passageiros, edifícios de apoio, novos sistemas de drenagem, saneamento e abastecimento de água, parques de estacionamento e acessos rodoviários, iluminação, sinalização horizontal e vertical, as várias especialidades aeronáuticas da pista, etc.

O Projeto encontra-se dividido por áreas funcionais do Aeroporto, nomeadamente:

- O Lado Ar, designado por *Airside* que compreende a Pista 01/19, os trabalhos necessários à sua reconversão, os caminhos de circulação e a placa, e as Especialidades Aeronáuticas da Pista (sistemas de navegação, iluminação, sinalização, etc.).
- O Lado Terra, ou *Landside*, composto por todas as infraestruturas de acesso e apoio ao aeroporto, nomeadamente: estradas, passeios, acessos e parques de estacionamento e respetivas especialidades, saneamento, drenagem, abastecimento de água, redes elétricas e de telecomunicações, sistemas de controlo de acessos, CCTV, etc.
- O conjunto dos Edifícios, que engloba todas as especialidades afetas ao Terminal e aos edifícios mais relevantes do Aeroporto como a Estação dos Bombeiros, Hangares, Check-Points de controlo de acessos, etc.
- O *Land Reclamation* que trata da extensão da Pista que se prolonga sobre o rio do Tejo.

Ficou a cargo da COBA, o desenvolvimento do Projeto Base de todas as Infraestruturas do *Airside* e do *Landside*, bem como da extensão da Pista – *Land Reclamation*.

O *Landside* é constituído por uma via de acesso principal que efetua a ligação entre o Aeroporto e a rede viária existente na região, e por uma malha de circulação complexa, com início após a Via de Acesso principal, fazendo a ligação aos parques de estacionamento, ao Terminal, aos acessos do *Airside* e às zonas técnicas do Aeroporto. São também projetados no *Landside* todos os parques de estacionamento com um total de mais de 5000 lugares. Embora as velocidades de circulação sejam baixas, com características de zona urbana, a conjugação de diferentes tipologias de circulação, com peões, velocípedes e veículos ligeiros e pesados, conduziu à necessidade de tomar medidas de dimensionamento geométrico, com sinalização e equipamentos de segurança que condicionam e orientam a circulação, permitindo limitar o conflito entre os vários utilizadores. Adicionalmente foi projetado um sistema de gestão e controlo de acessos e respetivas infraestruturas de comunicação que contempla as máquinas de pagamento instaladas junto dos quiosques, máquinas de bilhetes, barreiras, câmaras com sistema de deteção de matrículas, espiras de deteção de veículos e câmaras de videovigilância para controlo dos parques.

Fazem ainda parte do projeto, o restabelecimento das vias militares que irão ser afetadas pela construção, incluindo uma passagem superior com uma extensão de aproximadamente 70m distribuídos por 3 vãos, com um gabarito vertical mínimo de 5.50m, um tabuleiro único de 10m de largura corrente em betão armado, apoiado por vigas pré-fabricadas.

Todas as zonas pavimentadas foram dimensionadas para o tráfego solicitante e projetadas com um sistema de drenagem eficaz, dotados de dispositivos de drenagem longitudinal superficial e profunda que garantem a proteção das diferentes plataformas. Salienta-se, no projeto de drenagem, os problemas de assoreamento que foram considerados nas inclinações mínimas do traçado implementado, e a consideração de válvulas de não retorno nos descarregadores com cotas de descarga reduzidas. Estão também previstas válvulas de maré que efetuam o fecho do sistema, sempre que o nível de maré não permitir a descarga direta dos caudais de cálculo.

O Projeto de infraestruturas contempla também toda a rede de abastecimento de água e combate a incêndio do aeroporto. Esta rede é composta por adutoras gravíticas para abastecimento a partir dos reservatórios municipais, um furo de captação, e a central de reserva com respetiva estação elevatória para as redes de abastecimento, combate a incêndio e rega.

Para além das redes de abastecimento, faz também parte do âmbito do projeto a definição de um sistema de saneamento de águas residuais domésticas, composto por uma rede gravítica e um ponto de elevação de caudais. A orografia natural do projeto é pouco acidentada, com uma zona mais elevada no local de implantação do edifício do Terminal na zona central. Esta situação dificulta a implantação de uma rede gravítica, tendo sido necessário estudar várias alternativas de traçado e funcionamento.

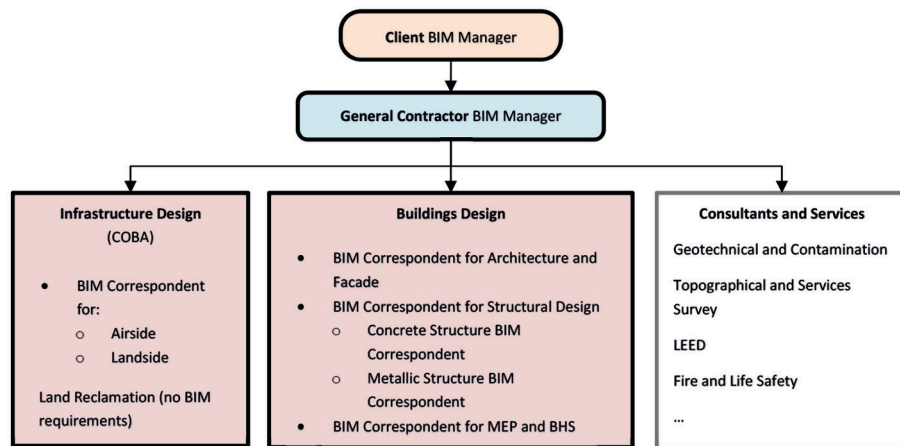
### 3. Metodologia BIM

O Projeto do Montijo estava dividido em 3 áreas:

- A área das Infraestruturas, quase na totalidade da responsabilidade da COBA, e da qual faziam parte todas as infraestruturas do Aeroporto do Lado Ar e do Lado Terra, juntamente com os trabalhos do *Land Reclamation*;
- A área dos Edifícios, onde estavam envolvidas várias entidades que se ocupavam do edifício do Terminal e de todos os restantes edifícios (Hangares, Quartel dos Bombeiros, Edifícios de controlo de acessos, Edifícios Técnicos, etc.);
- Uma área dedicada aos restantes estudos e projetos do Aeroporto (Certificação LEED, Especialistas em Segurança e Incêndio, Levantamentos Topográficos, Levantamentos Geológico-Geotécnicos, etc.).

Na definição de intervenientes no processo BIM, estavam previstas as funções de BIM Manager por parte do Cliente, BIM Manager da parte do General Contractor, e de seguida, vários BIM Correspondents, para as várias equipas de projeto do Aeroporto, em função das atividades a desenvolver, como é apresentado na Figura 1.

O Client BIM Manager tinha uma área de atuação de nível alto, definindo objetivos BIM, e com capacidade para influenciar os usos e requisitos BIM para o projeto. A operacionalização deste objetivos ficou a cargo do General Contractor BIM Manager, que desenvolveu o BEP e garantiu a sua aplicação. Os BIM Correspondents de cada especialidade tinham como principal função coordenar as suas equipas de trabalho, e garantir que os modelos entregues cumpriam os requisitos do BEP e seguiam os fluxos de trabalho acordados.



**Figura 1**  
Organograma BIM do Projeto.

Uma vez que os projetos da área de Infraestruturas estavam quase na sua totalidade a cargo da COBA, este conjunto ficou representado apenas por um BIM Correspondent. No entanto, e devido às várias equipas de trabalho envolvidas, para cada

especialidade existia um responsável BIM que garantia o desenvolvimento dos modelos e a sua articulação com as restantes equipas.

Os requisitos para a partilha de informação entre intervenientes era diferente consoante o tipo de interação em causa. Por um lado era necessário garantir os entregáveis do projeto, nos formatos acordados, e cumprindo as disposições do BEP. Por outro, existiam algumas exigências e fluxos de trabalho internos, que não eram compatíveis com o formato destes entregáveis. Por exemplo, durante a definição planimétrica e altimétrica do Aeroporto um dos outputs BIM era constituído pela “superfície de projeto” um elemento base de praticamente todas as especialidades., tendo influência na definição do traçado das redes hidráulicas, em particular nas de funcionamento gravítico. Este elemento tinha por isso de ser partilhado num formato que permitisse que as restantes equipas o utilizassem nos seus *softwares* de forma ativa (era necessário que os objetos paramétricos das redes hidráulicas reconhecessem esta superfície como um elemento nativo de forma a serem colocados altime-tricamente de forma automática). Para dar resposta a estas diferentes necessidades, foram implementados dois CDEs distintos:

- O CDE interno da COBA para partilha de informação entre as equipas de projeto das Infraestruturas, gerido pela empresa e disponível apenas para as equipas internas.
- O CDE do Projeto do Aeroporto do Montijo, onde eram disponibilizados os modelos de ambas as equipas Infrastructure e Buildings, mantido e gerido pelo General Contractor BIM Manager com um sistema de controlo de acessos que permitia a leitura da informação a todos os intervenientes no Projeto.

Equipa de Projeto	Software BIM	Formato Nativo	CDE COBA	CDE Aeroporto
Estudo Planimétrico e Altimétrico	Civil 3D	DWG	LandXML	DWG
Iluminação	Civil 3D	DWG	DWG	IFC
Sinalização Horizontal	Civil 3D	DWG	DWG	DWG
Sinalização Vertical	Civil 3D	DWG	DWG	IFC
Vedações	OpenBuildings Designer	DGN	DGN	IFC
Especialidade Aeroportuárias	Civil 3D	DWG	DWG	IFC
Controlo de Acessos	OpenBuildings Designer	DGN	DGN	IFC
Rede de Drenagem	OpenBuildings Designer	DGN	DGN	IFC
Rede de abastecimento de água e Incêndio	OpenRoads Designer	DGN	DGN	IFC
Rede de Saneamento	OpenRoads Designer	DGN	DGN	IFC
Equipamentos	OpenBuildings Designer	DGN	DGN	IFC
Edifícios - Arquitetura	Revit	RVT	IFC	RVT
Edifícios - Estruturas	Revit	RVT	IFC	RVT
Edifícios - Águas e Esgotos	Revit	RVT	IFC	RVT
Edifícios - Drenagem	Revit	RVT	IFC	RVT
Edifícios - Eletricidade	Revit	RVT	IFC	RVT
Obras de Arte	Tekla	TSMD	IFC	IFC
Paisagismo	Revit	RVT	IFC	RVT
Geologia e Geotecnia	OpenBuildings Designer	DGN	DGN	IFC
Buildings Design	Revit	RVT	IFC	RVT

**Figura 2**  
Tabela dos formatos BIM utilizados no Projeto.

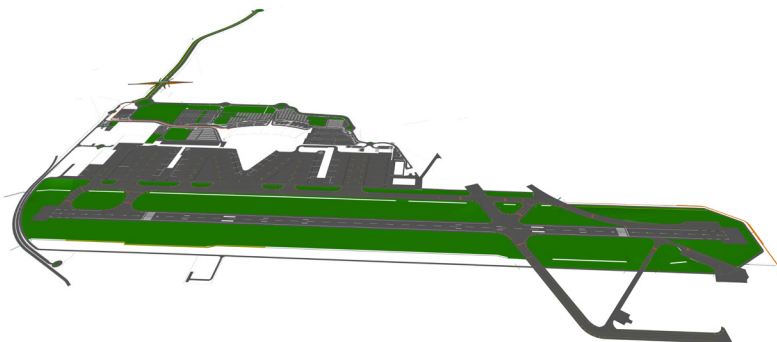
Internamente, podemos afirmar que existiam dois momentos distintos de coordenação. O primeiro era um momento informal, realizado pelos próprios utilizadores no decurso normal das suas atividades uma vez que conseguiam observar no seu ambiente BIM, em direto, o que estava a ser produzido nos modelos das restantes especialidades.

O segundo momento de coordenação, formal, era realizado nos dias imediatamente anteriores e posteriores à atualização do CDE geral do Aeroporto. Utilizando o *software* Navisworks Manage, todos os modelos partilhados, eram agregados e compatibilizados. Verificava-se, antes desta atualização, se tinham sido retificados os problemas identificados nas sessões anteriores e era confirmado que estavam a ser cumpridas todas as disposições do BEP.

Apesar do Contrato exigir um LOD200 [1][2] de forma indiscriminada para todos os objetos, o BEP era propositadamente omissivo, focando a exigência de modelação nos usos BIM. O grau de detalhe dos objetos foi por isso definido através de linguagem informal, em reuniões de preparação para o projeto, durante as quais foram apresentados exemplos concretos dos elementos que se pretendiam modelar. De forma genérica e para quase todas as especialidades, ficou acordado que os objetos seriam desenvolvidos com um grau de detalhe suficiente para que, através de uma inspeção visual, fossem facilmente identificados. Adicionalmente, os metadados associados aos elementos teriam de completar esta identificação, de maneira a serem facilmente associados aos itens da lista de quantidades através de *queries* digitais.

Estes modelos foram também utilizados nos testes de interoperabilidade com o BIM Manager do Aeroporto, em reuniões de trabalho presenciais, onde os processos de transferência de informação foram testados.

O estudo planimétrico e altimétrico do aeroporto, em fase de Projeto Base, incluía a representação BIM das zonas pavimentadas e terraplanagens do *Airside* (pista e placas) e do *Landside* (acessos, parques, ciclovia e zonas de expansão). Para esta representação ficou acordado, em linha com o LOD200 [1][2] que estava contratado, a entrega destes elementos como “Superfícies de Projeto”, isto é, as camadas de pavimento não eram materializadas, geometrizando-se apenas a superfície exterior das camadas superficiais.

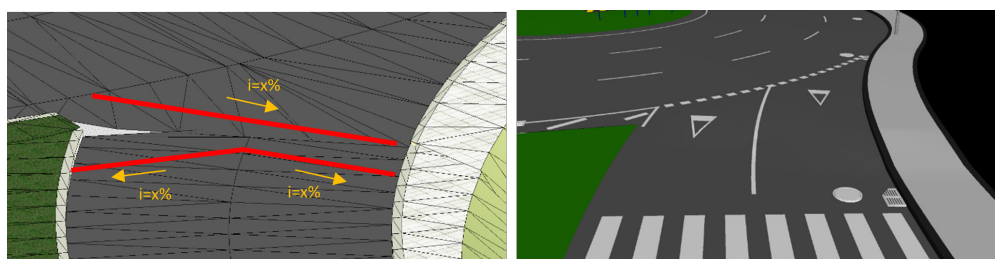


**Figura 3**  
Superfícies de Projeto  
do novo Aeroporto.

Este Nível de Detalhe prevê a compatibilização de cotas entre todos os elementos no eixo da faixa rodoviária. Os restantes elementos (bermas e limites do asfalto) são compatibilizados apenas nas zonas mais relevantes, remetendo para o LOD300 [1][2] a definição integral de todas as pendentes de drenagem.

Esta simplificação coloca algumas limitações no uso que pode ser dado aos modelos, nomeadamente para obter antevisões realistas da infraestrutura. Na realidade, com esta definição, as pendentes de drenagem da via resultam na incompatibilidade entre superfícies, em particular nas zonas mais afastadas dos eixos das vias, e na intersecção entre diferentes estradas.

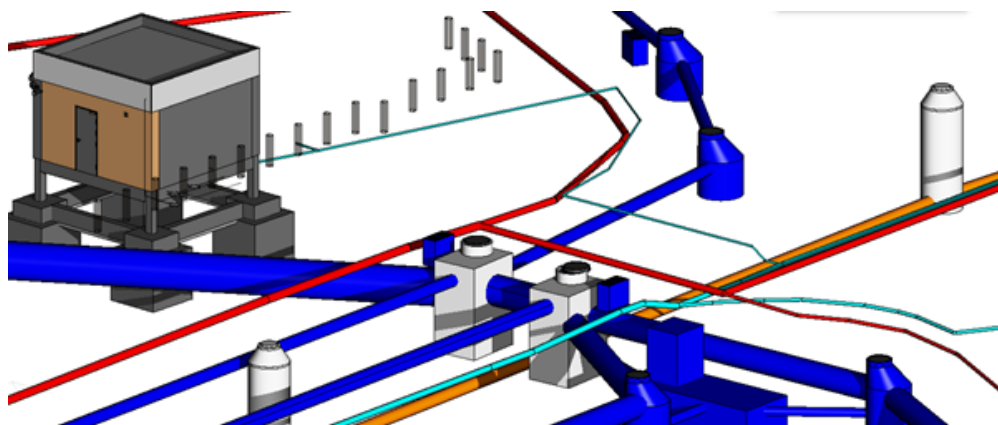
Para ultrapassar esta limitação (a visualização era um uso chave do projeto), foi necessário recorrer a dois modelos distintos: o “Modelo de Projeto”, uma representação precisa das soluções projetadas, em LOD200 [1][2], que servia para documentar o projeto, e um segundo modelo onde eram resolvidas, de forma artificial, as incompatibilidades entre as superfícies das diferentes vias. Resultando apenas de uma inspeção visual, este segundo modelo tinha a aparência de LOD300 [1][2], mas na realidade, a definição altimétrica não estava trabalhada no âmbito do projeto, podendo por isso apenas ser utilizado para efeitos de visualização.



**Figura 4**  
Superfícies de Projeto à esquerda e Superfícies Compatíveis à direita.

Para a definição das Redes Hidráulica, a COBA utiliza um fluxo de trabalho que permite, no mesmo ambiente de trabalho realizar todas as suas atividades de projeto, isto é, o modelo BIM permite realizar o cálculo da rede sem ser necessária outra plataforma de trabalho. Com esta integração as equipas de projeto conseguem observar e interagir com os modelos das outras especialidades. Isto acontece, por exemplo, com as superfícies da definição Planimétrica e Altimétrica, (partilhadas no formato aberto LandXML) que determinam as cotas e alinhamentos do projeto, e os ficheiros IFC dos edifícios que permitem identificar as fundações a evitar no traçado das redes e os pontos de ligação para abastecimento ou recolha de caudais. Adicionalmente, estes modelos “externos” podem ainda ser utilizados na produção de desenhos das redes, de forma a clarificar as opções de projeto que são tomadas, promovendo a relação com o cliente através da transparência da informação que é apresentada.





**Figura 5**  
Modelo BIM e de Cálculo das redes hidráulicas, e integração com IFC dos edifícios.

A capacidade da equipa em realizar todas as suas atividades no mesmo ambiente foi fundamental no estudo e validação da rede de drenagem. A orografia do Aeroporto era particularmente difícil de vencer com um sistema gravítico. No entanto, esta integração BIM simplificou o processo de estudo e apresentação de alternativas, deixando claro, que a solução final, era de facto a que apresentava melhores características técnicas e económicas.

#### 4. Boas práticas BIM e lições aprendidas

O projeto do Aeroporto do Montijo foi um desafio exigente e complexo, tanto ao nível do projeto de engenharia, como na gestão de processos e metodologias BIM. O envolvimento de múltiplas equipas e especialidades, utilizando diferentes plataformas de modelação, com vários usos e requisitos de interoperabilidade, levantaram desafios tecnológicos relevantes. Estes desafios eram amplificados devido à natureza do trabalho a desenvolver, diferente das áreas tradicionais dos edifícios, com características e especificidades que nem sempre são abordadas na temática do BIM. As lições retiradas deste projeto resultam em grande parte destas especificidades que fazem já parte do dia a dia nos projetos de Infraestruturas, nos quais é cada vez mais relevante a aplicação da metodologia BIM.

Quando o trabalho é desenvolvido numa única plataforma, os problemas de coordenação espacial e georreferenciação são facilmente ultrapassáveis através das ferramentas nativas de gestão de coordenadas de cada *software*. Os maiores desafios surgem quando é necessário partilhar ficheiros através de formatos compatíveis como o IFC. A especificação do IFC apresenta vários mecanismos para partilhar coordenadas geográficas[6], e cada *software* faz uma implementação diferente desta especificação, facto que dificulta a tarefa de coordenação espacial entre modelos. Quando a especificação IFC e a sua implementação tiver alcançado um nível de maturidade pleno por parte dos vários *softwares* BIM, este problema deixará de existir. Até que esse nível de maturidade seja atingido, é necessário ter em conta não só as possibilidades que cada *software* oferece para coordenar os vários modelos, mas também a respetiva implementação nas operações de exportação e importação IFC. No aeroporto do Montijo, infelizmente, este problema foi detetado demasiado tarde, tendo



sido necessário recorrer a ficheiros intermédios de tradução de coordenadas para compatibilizar geograficamente os modelos partilhados.

Apesar de o IFC ser atualmente o *standard* BIM para partilha aberta de informação, existem outros formatos que podem ser utilizados para o mesmo efeito, nomeadamente o LandXML, um padrão comum na indústria AEC e com um grau de maturidade bastante elevado na partilha de informação topográfica e rodoviária. No entanto, as principais plataformas BIM como o Revit e o OpenBuildings não têm nos seus protocolos de interoperabilidade, implementadas soluções que permitam interpretar este tipo de informação. Esta situação é uma lacuna, sobretudo atendendo à larga implementação que este protocolo já tem nos programas da especialidade como Civil 3D e o OpenRoads.

O LandXML não é habitualmente reconhecido na área do BIM, mas pode ser bastante útil nos campos de atuação onde o IFC ainda não está desenvolvido. Aliás, os dois formatos partilham de algumas semelhanças: são ambos não proprietários, abertos, mantidos e desenvolvidos por organizações independentes, com o objetivo de facilitar as trocas de informação digital entre *softwares*. Neste projeto o LandXML foi crucial na partilha das Superfícies de Projeto.

O CDE geral do Aeroporto foi implementado através da plataforma de gestão de documentação em nuvem BIM360. Esta foi acompanhada da definição de regras para nomenclatura e partilha de modelos, definição de processos de trabalho para partilha de informação, sessões organizadas e estruturadas para deteção de conflitos entre especialidades, e inclusivamente de mecanismos para a gestão dessas incompatibilidades através da atribuição de prioridades aos problemas, sugestões de melhoria, e um sistema de acompanhamento destes “*issues*”.

Observou-se durante o processo que, apesar da componente humana na implementação do CDE ter seguido todas as regras de boas práticas sobre o tema, a maior limitação para que seja alcançado um nível de maturidade BIM superior, continua a ser tecnológica. Uma das primeiras limitações, prende-se com o facto de muitas das funcionalidades possíveis com a plataforma, estarem ainda disponíveis apenas para ficheiros RVT. Mesmo para estes ficheiros, existem ainda processos que não são possíveis de realizar. É possível, no BIM360, partilhar modelos automaticamente, bem como consultar de forma independente, os vários ficheiros carregados na plataforma. No entanto, para serem observados modelos em conjunto (para por exemplo, compatibilizar especialidades), estes têm de ser preparados na forma de modelos “linkados”, fora da plataforma, e apenas depois disponibilizados no BIM360. Como resultado, assistiu-se à duplicação da informação (os entregáveis de cada equipa, e os modelos “linkados” para coordenação).

Ainda assim, a implementação deste sistema contribui para o sucesso do projeto. A acessibilidade da informação, o controlo de acessos, e os vários sistemas de gestão dos modelos foram amplamente utilizados durante o projeto, e trouxeram uma dimensão diferente, mais colaborativa e mais transparente, à resolução de problemas e conflitos entre especialidades.

Na definição de requisitos e usos BIM para os modelos de cada especialidade, devem ser tidas em atenção as especificidades de cada tipologia de projeto e a forma como os *softwares* estão desenhados para funcionar. Por exemplo, no projeto rodoviário, e utilizando os *softwares* de modelação típicos como o Civil 3D ou o OpenRoads, o modelo BIM é um output do processo de desenho, isto é, o utilizador pode trabalhar apenas em 2D, planimetricamente e altimetricamente, e o respetivo modelo 3D surge de forma quase automática. Podemos por isso dizer que o processo de modelação acontece um pouco ao contrário do que é habitual nos edifícios.

Esta realidade, muito particular dos projetos de infraestruturas, colide com a formulação típica de um dos usos BIM mais comuns: a “extração de desenhos”. Talvez seja por isso recomendável clarificar que o projeto tem de ser desenvolvido de forma paramétrica, com recurso a ferramentas que permitam esta integração entre modelo 3D e desenhos 2D.

Por outro lado, existem projetos que, para o nível de maturidade BIM atual, têm poucos usos BIM que lhes possam ser imputados, como é o exemplo da Sinalização Horizontal. Existem sem dúvida várias áreas de atuação onde os modelos BIM desta especialidade podem vir a ser extremamente úteis. A simulação das condições de tráfego rodoviário em projeto; durante a construção os automatismos na validação de autos de medição; a utilização de ferramentas de BIM-to-site; e os vastos campos de atuação no âmbito das smart cities, são áreas onde a digitalização do projeto da sinalização irá ser relevante[4][5]. No entanto, nesta fase do projeto, nenhum destes usos foi colocado em prática, o que diminuiu consideravelmente a valia do desenvolvimento deste modelo.

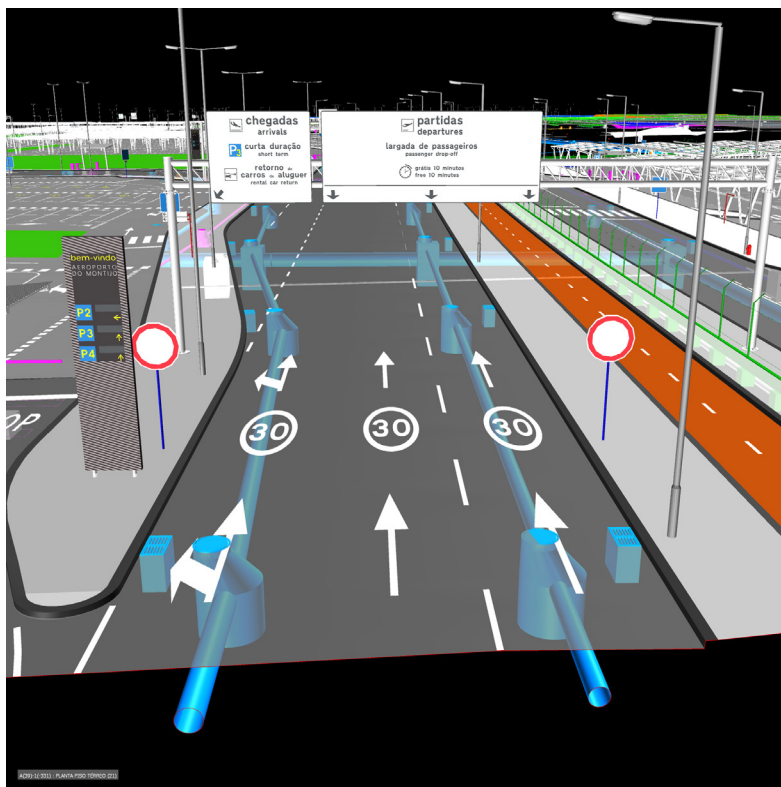
## 5. Conclusão

O Projeto do Aeroporto do Montijo constituiu um desafio BIM de larga escala, que foi ultrapassado apenas devido à combinação entre o elevado nível de desempenho e maturidade BIM de todos os intervenientes no processo; e o realismo e simplicidade da abordagem adotada por parte dos Gestores BIM do empreendimento.

Este projeto é um exemplo de trabalho colaborativo entre diferentes empresas de forma aberta, mesmo utilizando diferentes soluções tecnológicas, desde que suportadas por uma gestão de processos clara e permeável às diferentes necessidades de cada equipa. Não obstante os problemas tecnológicos que surgiram, foram sempre procuradas soluções de conjunto que no final, incrementaram valor tanto no projeto, como nos processos internos de cada interveniente.

Durante o projeto foram desenvolvidos, apenas para as Infraestruturas do Aeroporto, 78 modelos, utilizando o Revit, o Civil 3D, OpenBuildings Designer, OpenRoads Designer, e Tekla, partilhados nos formatos IFC e LandXML, resultando num total de aproximadamente 10 Gb de informação BIM produzida.

Existem ainda muitas áreas que podem melhorar para que se atinjam os níveis de implementação BIM pretendidos, em particular nos projetos de Infraestruturas. Ainda assim, o BIM já é uma realidade que permite aumentar a qualidade durante o Projeto, a Obra e a Gestão do Empreendimento.



**Figura 6**  
Antevisão do acesso à  
área de partidas/chega-  
das do Aeroporto.

## Referências

- [1] BIM FORUM, *Level of Development Specification Guide*, November 2017.
- [2] American Institute of Architects, *AIA Document G202 – Project Building Information Modeling Protocol Form*, 2013.
- [3] N. Davies, *Practical Architectural Modelling with AECOSim Building Designer*, 1<sup>st</sup> ed. Pennsylvania: Bentley Institute Press, 2008.
- [4] C. Eastman, *BIM Handbook, a guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*, John Wiley & Sons Inc., 2011
- [5] Bentley Systems, Incorporated, "2016 Infrastructure Yearbook", Bentley, 2017.
- [6] C. Clemen e H. Gorne, Level of Georeferencing (LoGeoRef) using IFC for BIM, *Journal of Geodesy, Cartography and Cadastre*, 2019