



Aplicação de Realidade Aumentada para o projeto de Arquitetura, Engenharia e Construção

Paula Assis^{1*}, Ricardo Figueira² e Pablo Gilabert³

¹ Top Informática, Lda., Braga, Portugal

² Top Informática, Lda., Braga, Portugal

³ CYPE Ingenieros, S.A., Alicante, Espanha

*autor correspondente: paula.assis@topinformatica.pt

Resumo. A implementação da metodologia BIM tem, entre outros, o objetivo de facilitar os processos de comunicação entre os agentes intervenientes no projeto. A tecnologia Open BIM, recentemente implementada no software CYPE, bem como a criação da plataforma BIMserver.center, destinada à partilha de informação de projetos de edifícios, possibilitam um fluxo de trabalho colaborativo, multidisciplinar e multiutilizador que permite realizar projetos de forma aberta, coordenada e simultânea entre os distintos agentes. Os utilizadores da plataforma BIMserver.center, para além de poderem consultar o modelo federado do projeto em ambiente web, ou em aplicações móveis, têm agora acesso a uma nova aplicação que lhes permite dispor de uma ferramenta avançada para apresentar em realidade aumentada os seus projetos. Neste trabalho apresenta-se a aplicação de realidade aumentada, para dispositivos móveis, BIMserver.center AR, desenvolvida no âmbito do projeto “Fluxo de Trabalho Colaborativo CYPE”, que tem como finalidade facilitar os processos de comunicação entre os intervenientes no projeto. Como forma de evidenciar os resultados obtidos, apresenta-se um caso de estudo aplicado a um edifício que demonstra os benefícios proporcionados pela aplicação BIMserver.center AR, ao nível dos processos de comunicação, tanto na fase de projeto como na fase de obra, através da conjugação dos ambientes virtual e real.

Palavras-chave: Realidade aumentada, BIMserver.center AR, Open BIM, BIMserver.center.

1 Introdução

A indústria da construção é estratégica para a economia e a sua digitalização é uma chave para otimizar os seus processos e consequentemente reduzir custos e prazos. O BIM é uma metodologia que facilita, por excelência, o enorme empreendimento da digitalização da indústria da construção.

O posicionamento do CYPE em 60 países, aliado ao facto do BIM se ter tornado uma necessidade, um pouco por todo o mundo, constituíram motivação suficiente para a CYPE desenvolver um conjunto de programas de cálculo automático em Open BIM,

Assis et al. (2018), para as várias especialidades do projeto de construção de edifícios, bem como uma plataforma, Assis et al. (2018), para partilha de dados.

Através da tecnologia Open BIM, foi implementado um fluxo de trabalho colaborativo, multidisciplinar e multiutilizador que permite o progresso do projeto de forma aberta, coordenada e simultânea entre os vários agentes intervenientes, independentemente das aplicações utilizadas para o seu desenvolvimento.

O fluxo proporciona a partilha de informação, através de ficheiros de formato aberto, entre os programas de cálculo automático e a plataforma e vice-versa. Deste modo, a plataforma dispõe em cada momento do modelo BIM federado do edifício, de acordo com o estado de evolução do projeto.

Os estudos realizados, Assis et al. (2018), permitiram concluir que o sistema desenvolvido, Open BIM CYPE, é único quando comparado com outros, pelo facto da plataforma BIMserver.center e software CYPE se encontrarem integrados e ao mesmo tempo abertos a qualquer outro software BIM. O sistema ganha especialmente na otimização dos processos que conduzem à obtenção e utilização do modelo federado do edifício, uma vez que para além do fluxo de trabalho proposto, o software abarca as várias especialidades do projeto de edifícios e cada software permite por si só modelar, calcular e dimensionar, conduzindo também a uma diminuição de recursos.

Neste trabalho apresentam-se sucintamente nos capítulos 2 e 3, respetivamente, a plataforma de dados partilhados BIMserver.center e o software CYPE - Open BIM, ambos desenvolvidos no âmbito da primeira fase do projeto “Fluxo de Trabalho Colaborativo CYPE”.

Estes desenvolvimentos serviram de mote para a presente fase, deste mesmo projeto, que teve como objetivo a conceção de uma aplicação de realidade aumentada para dispositivos móveis, sendo o objeto deste trabalho, e é apresentada no capítulo 4. A aplicação BIMserver.center AR permite juntar o mundo virtual do modelo BIM ao mundo real do edifício, facilitando a elaboração do projeto e o processo construtivo, evidenciando problemas e contratempos, contribuindo assim para a sua atempada resolução. A aplicação encontra-se devidamente integrada no fluxo de trabalho descrito, tornando o sistema Open BIM CYPE mais distinto.

No presente trabalho apresenta-se ainda, no capítulo 5, um caso de estudo desenvolvido de modo a explorar as possibilidades da utilização da aplicação BIMserver.center AR no projeto de um edifício.

Por fim, no capítulo 6, apresentam-se as conclusões do trabalho desenvolvido.

2 Plataforma de dados partilhados

O BIMserver.center foi concebido com tecnologia Open BIM, é uma plataforma localizada na nuvem destinada à partilha de informação para o projeto de edifícios. Foi pensada como ferramenta de colaboração para o mercado global e pode ser utilizada gratuitamente.

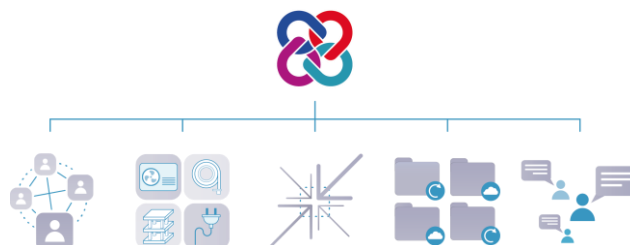


Fig. 1. Características da plataforma BIMserver.center.

A Fig.1 apresenta as principais características implementadas nesta plataforma que se podem resumir da seguinte forma: definição da equipa de projeto, incluindo sistema de autorizações, coordenação e validação da informação; ligação direta e automática às aplicações das especialidades do projeto através do formato aberto IFC (Industry Foundation Classes), incluindo a comunicação de resultados; partilha de informação geométrica e não geométrica e registo do historial de alterações; sincronização da informação partilhada das especialidades do projeto e obtenção do modelo federado; local de encontro de entidades intervenientes no projeto, Assis et al. (2018).

A tecnologia implementada na plataforma e nas aplicações do software proporciona o desenvolvimento de um fluxo de trabalho em Open BIM, colaborativo, multidisciplinar e multiutilizador para cada projeto.

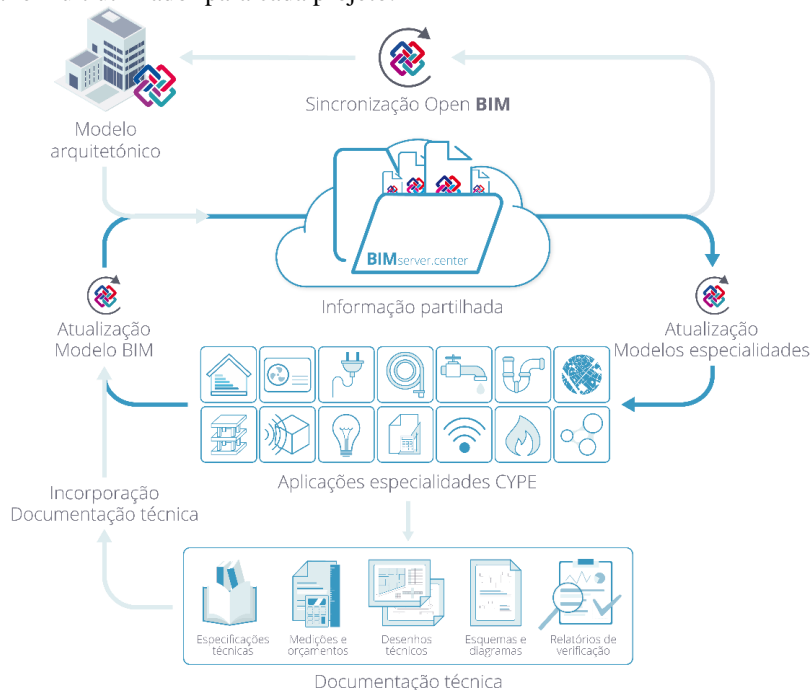


Fig. 2. Fluxo de trabalho Open BIM.

A Fig. 2 pretende ilustrar este fluxo de trabalho que inicia com a abertura do projeto na plataforma, pelo coordenador de projeto, bem como a criação da equipa de trabalho e as condições de acesso de cada colaborador.

Seguidamente o arquiteto partilha o modelo arquitetónico na plataforma. O modelo arquitetónico pode ser gerado através de um programa de modelação de arquitetura ou da aplicação CYPE - IFC Builder, disponível gratuitamente na plataforma.

Com base no modelo arquitetónico, cada engenheiro cria o modelo inicial da sua especialidade, definindo e caracterizando os respetivos elementos. Depois, seleciona as funções de cálculo, dimensionamento e de verificações regulamentares, deste modo obtém automaticamente um modelo modificado resultante do processo de cálculo. O processo é iterativo, os elementos que constituem o modelo podem ser modificados e de novo verificados, até que todos se encontrem validados pelo engenheiro. Desta forma obtém o modelo final e partilha-o na plataforma, ficando disponível para todos os projetistas da equipa de trabalho (arquitetos e engenheiros).

Cada projetista dispõe então do modelo federado, à medida que vai sendo construído, ou seja, à medida que cada um disponibiliza o seu próprio modelo na plataforma. Através do modelo federado é partilhada informação geométrica, a qual permite que cada projetista identifique e corrija interferências e colisões; é partilhada informação não geométrica, mediante a ligação direta e automática às aplicações das especialidades estabelecida através da plataforma, como é o caso das aplicações de iluminação artificial e natural e de climatização que partilham o valor da densidade de potência de iluminação (DPI) e sistemas de climatização, respetivamente, com a aplicação de avaliação de desempenho energético de edifícios de comércio e serviços (RECS); por fim são também partilhados documentos de peças escritas e desenhadas.

O coordenador de projeto coordena as várias especialidades a partir da análise do modelo federado, localizado na plataforma.

Foi criado e implementado um visualizador próprio na plataforma, o qual possibilita a visualização do modelo federado e respetiva informação geométrica e não geométrica, sem necessidade de recorrer a qualquer software específico. A plataforma foi desenvolvida para permitir o acesso a partir do computador ou dispositivos móveis, como o tablet ou smartphone.

3 Software Open BIM para o projeto de edifícios

No âmbito da primeira fase do projeto “Fluxo de Trabalho Colaborativo CYPE”, para além da plataforma descrita no capítulo 2, foram desenvolvidas e adaptadas um total de 84 aplicações, Fig. 3, nas áreas de: modelação arquitetónica, análise estrutural, energética, acústica, MEP, estimativas orçamentais, medições, orçamentos, urbanismo e planeamento. A grande maioria das aplicações são de âmbito genérico, no entanto, algumas são criadas para marcas específicas de fabricantes, como se pode identificar na Fig. 3.



Fig. 3. Aplicações CYPE.

O procedimento de utilização de cada aplicação consiste na criação do modelo inicial, tal como referido no capítulo 2. Esta operação é realizada pelo utilizador através do processo de modelação, seguida do cálculo, dimensionamento, verificações regulamentares e obtenção do modelo final. Estas operações são efetuadas automaticamente, através de rotinas implementadas no software, de acordo com as especificações regulamentares e práticas de dimensionamento e construtivas específicas de cada país.

Cada aplicação está munida de funções que permitem a sincronização com a plataforma a qualquer momento, através deste processo verifica-se a partilha do modelo federado, que se torna visível na própria aplicação, de acordo com o seu estado de avanço, sendo assim partilhada informação geométrica e não geométrica em ambos os sentidos.

A grande maioria das aplicações foram disponibilizadas na Store do BIMserver.center, podendo ser descarregadas a partir daí. Foram criadas aplicações gratuitas que podem ser descarregadas livremente, como é o caso das que incluem marcas de fabricantes, e outras que, não obstante serem pagas para os profissionais do sector, podem ser utilizadas gratuitamente a título experimental. Todas as aplicações são de utilização gratuita para as instituições de ensino superior.

4 Aplicação de realidade aumentada

A realidade aumentada distingue-se da realidade virtual, uma vez que a primeira junta o ambiente virtual ao ambiente real, enquanto que a última cria um ambiente completamente virtual no qual o utilizador se insere. A realidade aumentada pode ser definida como uma tecnologia que permite sobrepor ao campo de visão do utilizador, imagens geradas por computador, criando assim uma imagem composta por elementos reais e virtuais. Para este fim, são utilizados dispositivos móveis como óculos, tablets ou smartphones que permitem realizar a sobreposição dos dois tipos de imagem.

A realidade aumentada surge ligada ao termo “digital twin”. O modelo digital aspira a ser uma representação virtual realista do edifício. Um dos fatores mais importantes para que o modelo 3D seja útil é que permita consultar e verificar informação sobre os elementos do edifício das várias especialidades que o compõem, como arquitetura,

estrutura e instalações. Para isso é necessário que esta representação seja o mais fiel possível da realidade, Fig. 4, é aqui que entra em jogo o conceito de “digital twin”, ou seja, gémeo digital, Sistiaga et al. (2019).

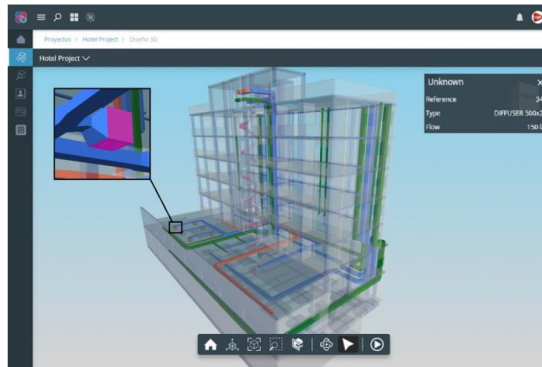


Fig. 4. Representação de um sistema de AVAC genérico, obtido a partir do modelo 3D do BIMserver.center.

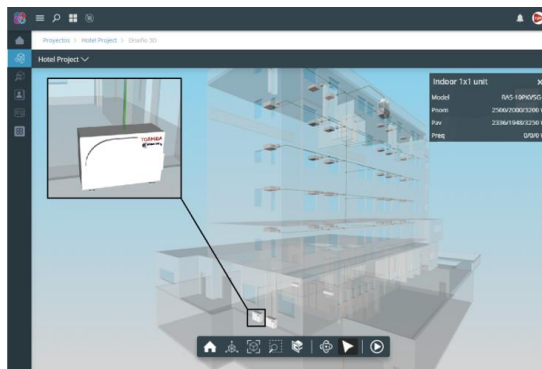


Fig. 5. Representação do “digital twin” de um sistema de AVAC, Toshiba, obtido a partir do modelo 3D do BIMserver.center.

Num modelo BIM, um elemento pode ter um LOD (Level Of Development) elevado, no entanto, se não for o “digital twin” do produto do mercado, o LOD elevado poderá ser absolutamente inútil, porque não representará realmente o elemento que será colocado em obra.

O conceito “digital twin” foi implementado nas aplicações CYPE, deste modo estas apresentam a capacidade de introduzir no modelo da sua especialidade, o gémeo digital dos elementos reais disponíveis no mercado. O processo consistiu na integração de produtos dos fabricantes nas respetivas aplicações, através de uma análise individualizada baseada nas características de cada fabricante e nas suas necessidades particulares, sendo realizada programação à medida para que os produtos sejam definidos com rigor. As aplicações permitem que o modelo tridimensional de cada elemento seja gerado e colocado na sua posição exata no modelo federado.

Sendo o processo colaborativo um marco essencial no desenvolvimento de um projeto BIM, a realidade aumentada torna-se num meio facilitador da comunicação entre os vários intervenientes, tanto na fase de projeto como na fase de obra, auxiliando o processo de construção e evidenciando potenciais problemas, contribuindo assim para a sua resolução antes da construção.

Numa fase inicial, durante a conceção do projeto, a tecnologia pode ser utilizada nas reuniões para a visualização do modelo federado do projeto, assim como para a comunicação das soluções adotadas. Durante a fase de construção, a tecnologia pode ser utilizada para preparação de obra e verificação do andamento dos trabalhos, sobrepondo o modelo virtual aos elementos efetivamente construídos, permitindo assim a identificação de erros como a ausência de elementos, elementos posicionados fora do local ou a ausência de negativos. Durante a fase de manutenção, a tecnologia pode ser útil na identificação do traçado das instalações ocultas ou na identificação de elementos e equipamentos construídos.

A presente fase do projeto “Fluxo de Trabalho Colaborativo CYPE” consistiu no desenvolvimento de uma aplicação de realidade aumentada, BIMserver.center AR, gratuita, para tablets e smartphones, com sistema iOS.

Desenvolveu-se uma aplicação assente no pressuposto de apresentar os modelos das especialidades sobre o mundo real, tal como este é visto pela câmara do dispositivo móvel. Portanto, misturam-se as imagens fornecidas pela câmara com o conteúdo 3D fornecido pelo BIMserver.center, de forma que à medida que o dispositivo se desloca no espaço os modelos comportam-se como fazendo parte do mundo real.

A aplicação BIMserver.center AR utiliza informações obtidas da plataforma BIMserver.center e as interfaces de programação, API (Application Programming Interface), ARKit e SceneKit, disponibilizados pelo sistema operativo móvel iOS, para aceder aos projetos e representá-los em realidade aumentada.

Na Fig. 5 apresenta-se o esquema de funcionamento da aplicação. Ao iniciar a aplicação BIMserver.center AR é solicitada autenticação. Esta autenticação deve ser realizada pelo utilizador com as credenciais utilizadas para aceder à plataforma BIMserver.center, o que permite assim à aplicação possuir os privilégios necessários para aceder aos projetos e respetivos modelos.

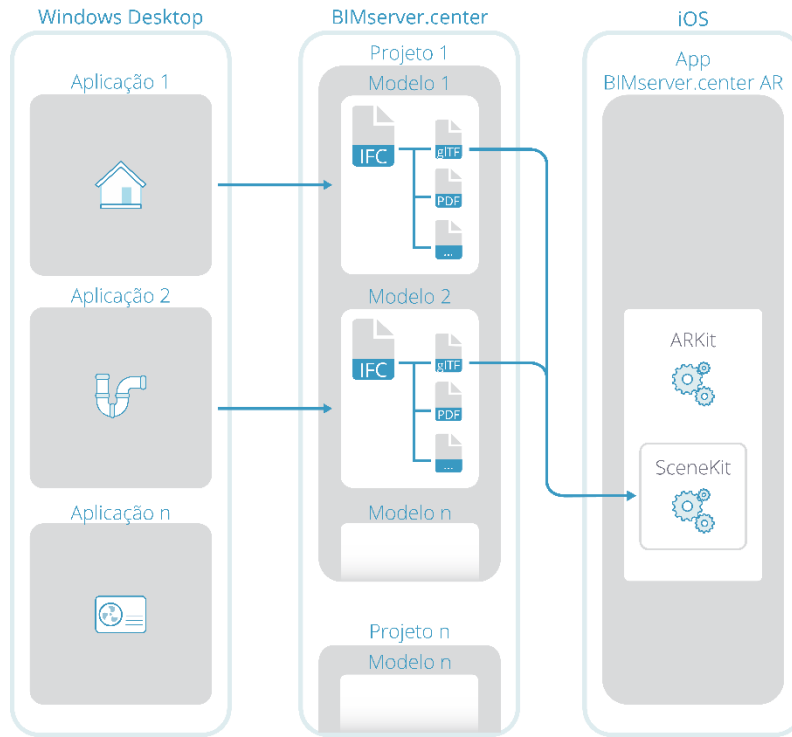


Fig. 5. Esquema de funcionamento da aplicação BIMserver.center AR.

Após o utilizador se autenticar, as funcionalidades da API ARKit são utilizadas pela aplicação para a deteção da superfície horizontal e para a localização do ponto de ancoragem, que será o ponto, do ambiente real, onde os modelos virtuais serão inseridos. Com esse objetivo, o utilizador deve primeiro deslocar o dispositivo de modo a que seja detetada a superfície horizontal. Quando a superfície horizontal for detetada, surge uma mira que será o ponto de ancoragem, Fig. 6, deslocando o dispositivo o utilizador pode seleccionar o posicionamento da mira.

Após indicar o ponto de inserção deve ser seleccionado o projeto que se pretende visualizar. A aplicação acede à plataforma BIMserver.center e descarrega os ficheiros glTF de cada modelo presente no projeto seleccionado. O formato aberto glTF utiliza a linguagem JSON e permite a transferência de cenas e modelos tridimensionais. Nesta fase a API SceneKit é utilizada para interpretar os modelos e prepará-los para a visualização. Após seleccionar o projeto o utilizador deve seleccionar o modo de visualização de cada um dos modelos que representam as especialidades. A aplicação disponibiliza os modos de visualização oculto, visível e transparente.



Fig. 6. Posicionamento da mira da aplicação sobre uma mesa.

Depois de seleccionar os modelos e os modos de visualização, a aplicação apresenta-os sobre o mundo real, tendo em conta o posicionamento do dispositivo e o ponto de inserção indicado, Fig. 7. A aplicação disponibiliza um conjunto de ferramentas para o utilizador ajustar a visualização: “mover” que permite mover os modelos sobre a superfície horizontal, ou seja, deslocar o ponto de inserção; “rodar” que permite rodar os modelos sobre o eixo vertical; “deslocar na vertical” que permite mover os modelos ao longo do eixo vertical; “escalar” que permite alterar a escala de representação dos modelos.



Fig. 7. Posicionamento do modelo sobre o mundo real.

À medida que o utilizador se desloca no mundo real, o ARKit fornece as informações necessárias para que a visualização dos modelos se adapte à posição do dispositivo.

O utilizador dispõe ainda de ferramentas para obter informações sobre os modelos: “propriedades” que devolve as propriedades do elemento seleccionado, Fig. 8; “dimensões” que devolve a distância entre dois pontos seleccionados.

A aplicação disponibiliza ainda uma função que permite reiniciar todo o processo.



Fig. 8. Propriedades de um objeto do modelo.

5 Caso de estudo

Neste trabalho apresenta-se um caso de estudo desenvolvido para um edifício de habitação unifamiliar localizado em Viana do Castelo. Pretendia-se com este caso de estudo explorar as possibilidades da utilização da realidade aumentada nas fases de estudo prévio, anteprojecto e obra.

O processo iniciou com a criação do projecto na plataforma BIMserver.center e respetiva equipa de trabalho, pelo coordenador de projecto. Após a partilha do IFC do modelo arquitetónico na plataforma, pelo arquiteto, foram desenvolvidas as especialidades pelos respetivos colaboradores e desenvolveu-se o processo colaborativo de acordo com o fluxo de trabalho descrito no capítulo 2. Para o desenvolvimento do projecto de estruturas foi utilizada a aplicação CYPECAD, para o projecto de abastecimento e drenagem de águas foram utilizadas as aplicações CYPEPLUMBING, para o projecto térmico foram utilizadas as aplicações CYPETHERM e para o projecto acústico foi utilizada a aplicação CYPESOUND.

Na fase de estudo prévio a aplicação de realidade aumentada permitiu observar o modelo digital do edifício proposto em ambiente real, Fig. 9. Este processo simplificou o estudo do edifício relativamente à implantação no local de construção, uma vez que foi possível visualizar simultaneamente o edifício e o ambiente real. Também foi possível analisar o seu enquadramento no ambiente que o rodeia.



Fig. 9. Imagem do edifício proposto em ambiente real.

Durante a fase de anteprojeto a aplicação de realidade aumentada foi utilizada para consultar o modelo digital do edifício em ambiente de escritório, Fig. 10. Através deste processo foi possível tomar conhecimento das soluções adotadas ao nível de cada especialidade, assim como analisar visualmente interferências e colisões. À escala real permitiu que os presentes se movimentassem no seu interior.



Fig. 10. Imagem do edifício proposto sobre a mesa de trabalho.

Na fase de obra foi possível recorrer à realidade aumentada para um conjunto de atividades. Ao sobrepor as especialidades do modelo digital com o ambiente real, a aplicação permitiu rapidamente tomar conhecimento do posicionamento das fundações e do traçado das redes, instalações e equipamentos. A Fig. 11 ilustra esta situação, apresentando a marcação sobre o terreno do local de passagem dos coletores para a posterior abertura da vala.



Fig. 11. Posicionamento do coletor sobre o terreno.

Numa fase posterior da obra a aplicação foi utilizada para analisar o posicionamento dos elementos de redes, instalações e equipamentos sobre as partes já construídas. A Fig. 12 ilustra o posicionamento da unidade interior de ar condicionado. Este processo permitiu verificar o posicionamento das caixas de conexão face ao posicionamento previsto das unidades de ar condicionado.

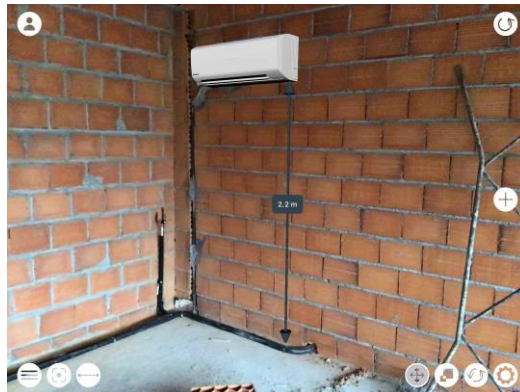


Fig. 12. Posicionamento da unidade interior de ar condicionado.

É importante referir que o processo é eficaz se o modelo for posicionado com rigor, pois só desta forma se conseguirá uma precisão aceitável.

Na presente data, a obra objeto do caso de estudo encontra-se ainda em construção, pelo que não possui equipamentos instalados, contudo, quando for atingida essa fase será possível comparar as características dos equipamentos instalados com o seu gémeo digital. Para concretizar este objetivo o utilizador precisará apenas de clicar sobre o objeto digital para obter as suas características e compará-las com as características do objeto instalado em obra, Fig. 13.



Fig. 13. Comparação entre o “digital twin” e o objeto real.

6 Conclusões

Na primeira fase do projeto “Fluxo de Trabalho Colaborativo CYPE” foram desenvolvidas a plataforma BIMserver.center e as aplicações CYPE, para as várias especialidades do projeto de edifícios, através de tecnologia Open BIM. Estas ferramentas permitem executar o projeto segundo um fluxo de trabalho colaborativo, multidisciplinar e multiutilizador, através da troca de informação geométrica e não geométrica em formato aberto IFC, e obter o modelo BIM federado.

Na segunda fase deste mesmo projeto, alvo do presente trabalho, foi desenvolvida uma aplicação de realidade aumentada, BIMserver.center AR, para dispositivos móveis, tablet e smartphone. Foi também implementado nas aplicações CYPE o conceito de “digital twin”, deste modo a realidade aumentada apresenta o modelo federado presente no BIMserver.center com o “digital twin” dos produtos existentes no mercado.

O caso de estudo desenvolvido no âmbito deste trabalho permitiu concluir que a aplicação BIMserver.center AR junta o mundo virtual do modelo BIM ao mundo real do edifício, apresentando vantagens tanto na fase de projeto como na fase de obra, uma vez que facilita a comunicação entre os intervenientes, a preparação de obra, a identificação e resolução de potenciais problemas e ainda as atividades de manutenção.

Atualmente está a ser criada uma aplicação de realidade aumentada para dispositivos com sistema Android e novas aplicações CYPE baseadas no conceito “digital twin”.

Referências

1. Assis P, Figueira R, Gilabert P (2018) Modelos BIM obtidos a partir do cálculo das especialidades do projeto de engenharia. In 2º Congresso Português de Building Information Modelling, p. 509-598. Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal
2. Assis P, Figueira R, Gilabert P (2018) Plataforma Open BIM para o projeto de engenharia. In CONSTRUÇÃO 2018, p. 740-749. Universidade do Porto, Porto, Portugal
3. Sistiaga A, Candalija A, Gilabert P, Cantó B (2019) Realidad aumentada y gemelos digitales. In V Congreso edificios inteligentes, p.13-17. Grupo TECMARED, Madrid, Espanha