

IVOS

Infrastructure Visualization and Operation On the Spot

Jorge Tavares(1); João Lima(2); João Poças Martins(3)

RESUMO

A construção e a operação de infraestruturas enterradas apresentam um conjunto de desafios relacionados com a gestão de informação, em particular quando realizadas em ambiente urbano consolidado. Com efeito, constata-se frequentemente que a informação necessária à realização de tarefas no terreno não existe, é imprecisa ou desorganizada ou que, existindo, não pode ser disponibilizada em tempo útil aos intervenientes que dela necessitam. Apresenta-se, no presente artigo, o projecto IVOS (Infrastructure Visualization and Operation On the Spot) que procura combinar as vantagens de sistemas de Informação Geográfica (SIG), de Building Information Modeling (BIM) e de Gestão Operacional (NAVIA) para criar uma solução móvel para a gestão e operação de activos. O uso combinado de SIG, BIM e Gestão Operacional, requereu o desenvolvimento de novos algoritmos, software e fluxos de trabalho que são compatíveis com procedimentos e com ferramentas de modelação atuais. Serão apresentados neste artigo alguns dos resultados actuais do desenvolvimento do projecto.

Palavras chave: BIM (Building Information Modeling), Cadastro, Manutenção, Operação,

Infraestruturas

(1) Engenheiro Electrotécnico, Director Geral, A2O - NAVIA, jtavares@navia.pt

(2) Engenheiro Civil, bimTEC, joaolima@bimtec.pt

(2) Professor Auxiliar, Departamento de Engenharia Civil, FEUP, Gequaltec, jppm@fe.up.pt

1. INTRODUÇÃO

Em Portugal verifica-se atualmente que, face às opções urbanísticas tomadas, principalmente, a

partir de meados do século passado, foram implementadas decisões de desenho urbano e distribuição populacional que, no presente, geram sobrecustos elevados. De acordo com um relatório do Instituto Nacional de Estatística de 2004 *“uma das patologias que afeta o território é o sobredimensionamento das redes de equipamentos e de infraestruturas, com os custos excessivos que lhes estão associados e sem correspondência com as necessidades reais determinadas pela estrutura demográfica”* [1].

Acrescenta-se ainda a tendência de concentração da população em meios urbanos, que se prevê que persista nas próximas décadas e que, por esse motivo, aumenta a importância da integração das políticas urbanísticas com as políticas de sustentabilidade social, e de combate às alterações climáticas.

É ainda conhecido o impacto das intervenções na via pública, a cargo das entidades gestoras de infraestruturas, que têm um impacto muito negativo na economia, para a sociedade e para a segurança das partes envolvidas.

A construção e a operação de infraestruturas enterradas apresentam um conjunto de desafios relacionados com a gestão de informação, em particular quando realizadas em ambiente urbano consolidado. Com efeito, constata-se, frequentemente, que a informação necessária à realização de tarefas no terreno não existe, é imprecisa ou desorganizada ou que, existindo, não pode ser disponibilizada em tempo útil aos intervenientes que dela necessitam.

O desenvolvimento e manutenção de um cadastro atualizado é um requisito básico para as atividades das empresas do sector das infraestruturas. Para estas empresas, mais do que um inventário dos seus ativos, o cadastro é um corpo de informação georreferenciada cuja precisão e grau de atualização têm um impacto crítico na sua capacidade para gerirem as suas tarefas operacionais e para intervir no espaço público, especialmente em ambiente urbano.

A generalidade das empresas do sector recorre atualmente a plataformas SIG (Sistemas de Informação Geográfica) para organizar a sua informação cadastral, em conjunto com outras aplicações

que ampliam as suas funcionalidades, nomeadamente no campo da gestão de operações.

Ainda assim, é fundamental garantir que esta informação seja atualizada em permanência aquando da realização de operações de manutenção no terreno e que possa ser disponibilizada, em tempo real, de forma a criar conhecimento para o processo de apoio à decisão.

Para além de parâmetros geográficos, é importante possibilitar o registo de informação acerca das características físicas da infraestrutura e de dados acerca do seu ciclo de vida (por exemplo, materiais constituintes, diâmetros de tubagens, datas de construção e de manutenções realizadas/programadas, etc.).

Desejavelmente, todos estes dados deverão ser combinados e registados em bases de dados que possam ser acedidas através de interfaces adequados aos diferentes tipos de intervenientes, desde o nível operacional aos níveis de decisão de topo.

Embora exista já uma vasta oferta de ferramentas informáticas que fazem a gestão de informação paramétrica sobre edificações, em particular as que se enquadram na metodologia BIM (Building Information Modeling), estas são claramente mais vocacionadas para serem aplicadas a obras de edifícios. A importância de integrar a informação sobre equipamentos e componentes de edifícios e de infraestruturas com os dados geográficos é reconhecida pela comunidade académica e por empresas do setor. Com efeito, a ligação entre SIG/BIM/OPERAÇÃO reveste-se de uma pertinência temporal, já que permite combinar as vantagens oferecidas pelas ferramentas informáticas

existentes durante todo o ciclo de vida da infraestrutura - desde o projeto até à gestão em fase de utilização e à eventual demolição, percorrendo todo o ciclo de vida da infraestrutura em causa.

Quer os sistemas SIG quer os sistemas BIM dispõem de formatos padrão para informação registada, incluindo formatos abertos. A compatibilização destes formatos é um requisito fundamental

para alcançar os objetivos do projeto descrito no presente artigo.

Neste enquadramento, o grupo de trabalho apresenta, no presente artigo, o projecto IVOS

(Infrastructure Visualization and Operation On the Spot) que procura combinar as funcionalidades dos

SIG, dos BIM e de ferramentas de gestão operacional (NAVIA) para criar uma solução móvel para a gestão e operação integrada e inteligente de ativos.

O uso combinado de SIG, BIM e gestão operacional, exige o desenvolvimento de novos algoritmos, software e fluxos de trabalho que são totalmente compatíveis com procedimentos e com ferramentas de modelação atuais. Serão apresentados, de seguida, alguns dos resultados atuais do desenvolvimento do projeto.

2. A GESTÃO DE INFORMAÇÃO SOBRE INFRAESTRUTURAS: ALGUNS DESAFIOS

A adoção de sistemas de informação, por serviços públicos e privados de água, gás, eletricidade ou telecomunicações fornece uma plataforma capaz de armazenar, editar e partilhar a informação sobre as infraestruturas que gerem.

Ainda assim, os sistemas SIG atuais são, na grande maioria dos casos, ferramentas de engenharia e de *back-office*, que apresentam um conjunto de limitações que inviabilizam a sua utilização para suportar o fluxo de informação de projeto, construção, operação e manutenção de infraestruturas entre os intervenientes no terreno e no escritório. Com efeito, para que um sistema possa ser utilizado de forma produtiva neste contexto, importa que satisfaça um conjunto de requisitos:

- **Mobilidade** - O sistema deverá ser suportado por dispositivos móveis para ser utilizado no terreno, permitindo a recolha de dados no local e a sua integração, em tempo real, numa base de dados central.
- **Interoperabilidade** - Para além da informação georreferenciada, é essencial que o sistema suporte informação sobre os elementos de construção e sobre a sua operação. Para esse efeito, recorre-se ao conceito BIM para a gestão de informação durante todo o ciclo de vida das infraestruturas.
- **Flexibilidade** - O modelo de dados deverá permitir a inclusão de qualquer tipo de elementos,

das suas propriedades de construção e da sua manutenção e operação.

- Simplicidade - O acesso a informação complexa no terreno é dificultado por diversos fatores, realçando-se que será manuseada por utilizadores que normalmente têm um baixo nível de instrução académica.

Assim, um importante desafio que se coloca ao desenvolvimento do projeto é a disponibilização da informação com recurso a meios adequados ao ambiente onde serão utilizados, no terreno. A informação sobre a construção é complexa, pelo que as interfaces das aplicações SIG e BIM existentes

tendem a exigir formação demorada para os seus utilizadores. Explora-se no presente artigo uma solução onde são propostas interfaces intuitivas (Natural User Interfaces, NUI) compatíveis com as condições do ambiente de trabalho em obra e no terreno, que permitam a interação com os elementos de construção virtuais e seus respetivos atributos. Embora os modelos de dados que suportam a gestão operacional de infraestruturas sejam tipicamente complexos, é importante que as interfaces através dos quais os operadores acedem a estes dados sejam simples, o que constitui um desafio corrente aos profissionais que desenvolvem soluções tecnologicamente avançadas.

3. OS SIG NA GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS

O uso das TIC é um fenómeno global, e que, no século XXI influencia o modo como gerimos, planeamos e moldamos as cidades. Os SIG assumem, neste campo, particular destaque no que respeita à compilação e gestão da informação disponível (não só geográfica) e tornaram-se poderosos

instrumentos de apoio à tomada de decisão por parte de técnicos e da gestão de topo.

Verifica-se atualmente que estas poderosas ferramentas de representação geográfica das infraestruturas, de eventos nas redes e de simulação gráfica, constituem uma poderosa base de apoio visual à gestão e à operação de empresas de infraestruturas.

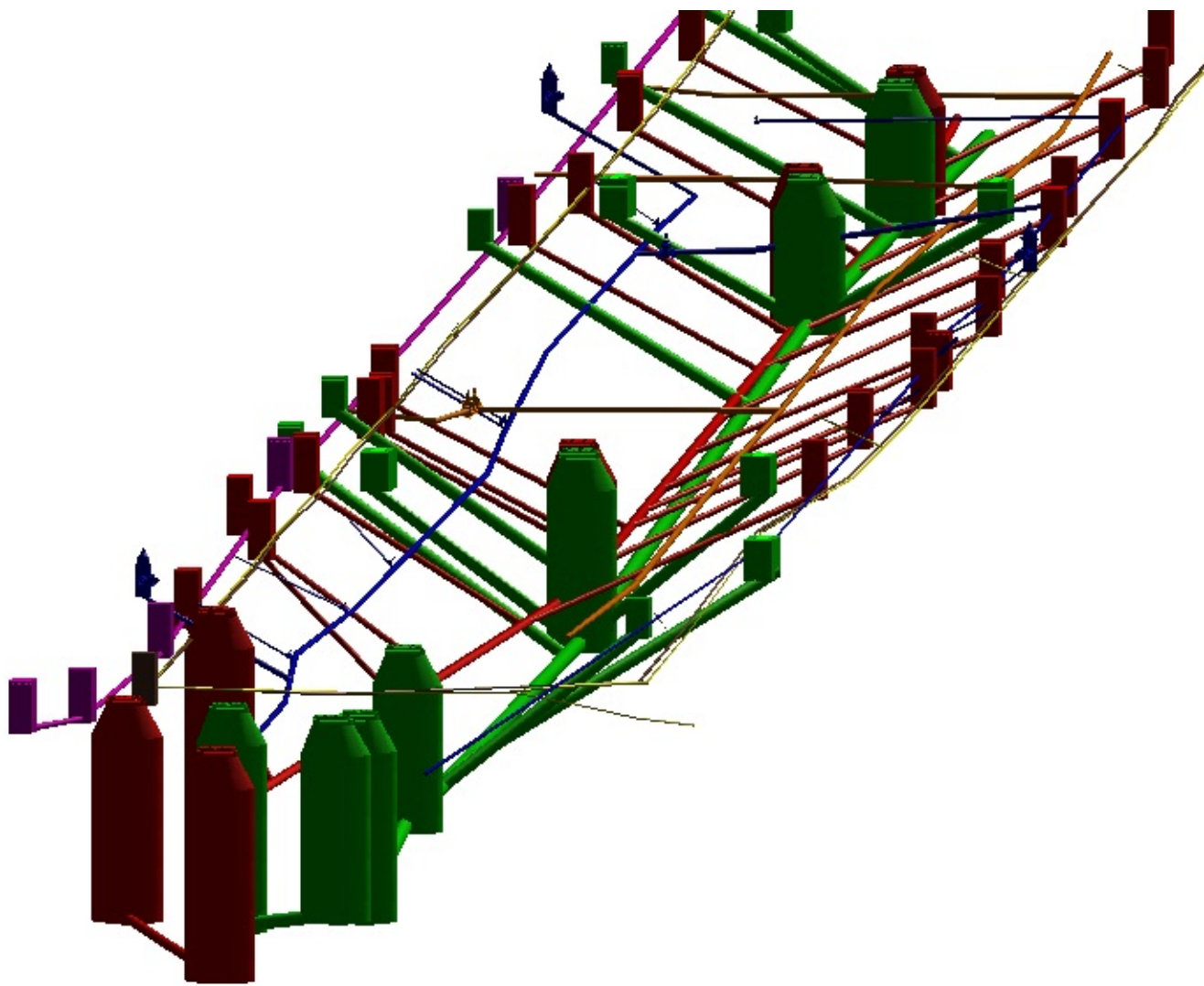
4. INTEGRAÇÃO DO BIM NO APOIO À GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS

O BIM afirma-se como UM poderoso modelo de informação para a construção. Estes modelos

podem representar obras – edifícios, obras de arte, redes de infraestruturas, etc. – e todos os seus componentes, bem como as relações entre estes. Embora os modelos BIM possam ser adotados em qualquer fase do processo construtivo, atualmente a sua implementação nas empresas do sector verifica-se com maior relevância nas equipas de conceção e projeto [2]. Esta realidade verifica-se tanto em Portugal como na generalidade dos países onde foram efetuados estudos no sentido de retratar o nível de maturidade na utilização desta tecnologia.

Os BIM são modelos paramétricos e extensíveis, permitindo que a qualquer um dos seus objetos seja associada informação diversa, de acordo com as necessidades dos utilizadores. Assim, nos últimos anos tem-se vindo a assistir ao desenvolvimento de formatos padrão aplicáveis aos mais diversos domínios da construção, destacando-se no contexto deste artigo o COBie [3], que se destina em particular a suportar o desenvolvimento de atividades que decorrem durante a fase de exploração. O reconhecimento da utilidade da tecnologia BIM para os donos de obra [4] é um dos mais relevantes argumentos que suportaram a exigência legal da utilização deste tipo de modelos em obras públicas no Reino Unido a partir de 2016.

A adoção de dispositivos móveis para disponibilizar informação BIM em obra é já uma realidade, como se pode constatar pela quantidade de aplicações disponíveis para este fim. Com efeito, as empresas responsáveis pelo desenvolvimento das principais ferramentas de modelação disponibilizam



aplicações móveis para iOS e/ou Android compatíveis com as respectivas aplicações desktop. Consta-

se, porém, que estas aplicações carecem de algumas características desejáveis e de outras essenciais para serem adotadas no apoio à realização de trabalhos e na operação de infraestruturas enterradas e dispersas.

Com efeito, as ferramentas comerciais disponíveis não permitem o acesso a ficheiros de tipos distintos, muito menos a informação proveniente de ficheiros complexos em formato SIG. Para além disso, os softwares conhecidos de gestão de operações não são compatíveis com as aplicações móveis disponíveis.

As aplicações móveis conhecidas não permitem a extensão dos respetivos modelos de dados de modo a possibilitar a inclusão de qualquer tipo de entidades que compõem os sistemas públicos de infraestruturas nem das suas propriedades. Esta funcionalidade é considerada essencial para que a

aplicação móvel possa suportar a informação necessária à sua adoção, em obra. Estas ferramentas são concebidas para suportar ficheiros BIM correntes. As infraestruturas públicas podem ser representadas mais adequadamente pela associação de diversos ficheiros BIM e SIG (ver Figura 1). Por exemplo, poderá ser vantajoso representar edifícios ou subsistemas existentes na rede em ficheiros BIM e as tubagens em ficheiros SIG de modo a tirar partido das funcionalidades oferecidas pelo software e pelos modelos existentes.

Figura

1 – Exemplo de um arruamento com infraestruturas em SIG e interface BIM 3D

Finalmente, o acesso a informação complexa em obra é dificultado por diversos fatores. Os dispositivos deverão poder ser acedidos em condições físicas de trabalho que impossibilitam a utilização de laptops convencionais em ambientes “agressivos” (humidade, sujidade, mobilidade) e serão manuseadas por utilizadores que não têm o mesmo nível de conhecimentos avançados de software dos utilizadores de BIM e de SIG.

5. A PLATAFORMA DE GESTÃO DE OPERAÇÕES E DA MANUTENÇÃO DE INFRAESTRUTURAS -

NAVIA™

Com os seus quinze anos de desenvolvimento, o NAVIA™ é atualmente uma ferramenta consolidada, altamente especializada, robusta e que, com uma interface simples é facilmente utilizada por toda uma equipa operacional e de manutenção [5].

Estas características totalmente operacionais constituem uma das bases da sua grande popularidade entre os profissionais do setor e do seu alargado leque de utilizadores “no terreno”, tornando-a, um meio de excelência para a integração de tecnologias de engenharia complexas, como o SIG e o BIM. A integração de uma plataforma do tipo NAVIA permite pois, integrar e disponibilizar informação de elevada complexidade, em tempo real e em ambientes adequados, às equipas operacionais.

Realçamos ainda mais dois fatores que colocam o NAVIA, numa posição privilegiada para esta agregação e respetiva interface com o “terreno”; 1, a sua App de mobilidade, que presentemente é utilizada, de forma muito simples mas com total fiabilidade, por centenas de equipas operacionais em vários países e, 2, a perspetiva de “driver de conhecimento” que o NAVIA implementa em qualquer entidade e em qualquer tipo de atividade.

A integração de tecnologias muito distintas, mas complementares do tipo SIG/BIM/NAVIA, permitirá criar uma plataforma singular de conhecimento global de infraestruturas, em que cada componente fornece parte da informação a integrar:

- Com o SIG obtém-se informação georreferenciada em 2D, ou seja, todo o cadastro das redes;
- O BIM acrescenta a parametrização 3D e a componente técnica e complexa, de engenharia;
- O NAVIA acrescenta o 4D e o 5D, ou seja o tempo e os custos. Por outras palavras, o

conhecimento do modo como a infraestrutura evoluiu, foi utilizada e foi mantida, ao longo dos anos e

todos os custos associados a esta realidade.

6. UTILIZAÇÃO DE APLICAÇÕES DE REALIDADE VIRTUAL PARA ACEDER A MODELOS BIM E SIG

Não são conhecidas soluções que combinem dados de SIG, de BIM e operacionais num único interface móvel. As soluções existentes são aplicações no domínio da gestão de operações que não possuem interface de realidade virtual. Considera-se que uma interface deste tipo será particularmente

útil para obter uma aplicação de utilização mais amigável e para fornecer indicações que suportem a realização de trabalhos no terreno com base num modelo de informação rico.

A utilização de ferramentas SIG é atualmente uma realidade na generalidade das empresas que atuam no setor das infraestruturas. A experiência que as empresas nacionais detêm nesta área resultaram no desenvolvimento de cadastros de qualidade variável, mas que são genericamente considerados ativos valiosos para a gestão das redes existentes.

Na área do BIM, a realidade é consideravelmente distinta. O BIM é uma tecnologia muito recente, com uma adoção ainda muito limitada, mesmo nos países considerados pioneiros nesta área. Nos últimos anos, o projeto de edifícios tem vindo a ser o cenário de aplicação privilegiado pelas empresas que desenvolvem ferramentas informáticas neste sector, o que limitou o surgimento de soluções técnicas adequadas para suportar a realização de obras e a manutenção de infraestruturas. Este cenário tem vindo a sofrer alterações súbitas, muito por via da imposição legal da utilização de formatos BIM em obras públicas em alguns países, que se prevê poder vir a ser estendida em breve para todo o espaço Comunitário e para alguns países fora do continente europeu, onde as empresas nacionais realizam as suas atividades. Esta alteração foi já percebida pelos intervenientes nacionais no sector da construção e pode ser constatada pela proliferação de cursos profissionais, de conteúdos académicos, de grupos de interesse e de ações de divulgação realizadas em Portugal nos últimos anos. Esta tendência segue de perto a evolução registada em outros países e que se encontra documentada na literatura recente.

Os motores de jogo são ferramentas que permitem integrar informação proveniente de modelos BIM, bem como de outras fontes num único modelo tridimensional imersivo [6] e permitem que estes modelos sejam disponibilizados em diferentes tipos de dispositivos, incluindo dispositivos móveis, minimizando o esforço de programação necessário para adaptar o software a cada tipo de plataforma.

Para além da sua portabilidade, os dispositivos móveis atuais apresentam um conjunto de características que os tornam especialmente aptos para suportarem aplicações deste tipo [7]: a sua capacidade de processamento permite o manuseamento de modelos tridimensionais razoavelmente complexos; dispõem de sensores de movimento e de localização que lhes permitem reconhecer a sua posição e orientação no espaço; a interação com estes dispositivos é efetuada através de tecnologia familiar à generalidade das pessoas, independentemente da sua destreza na utilização de ferramentas informáticas complexas.

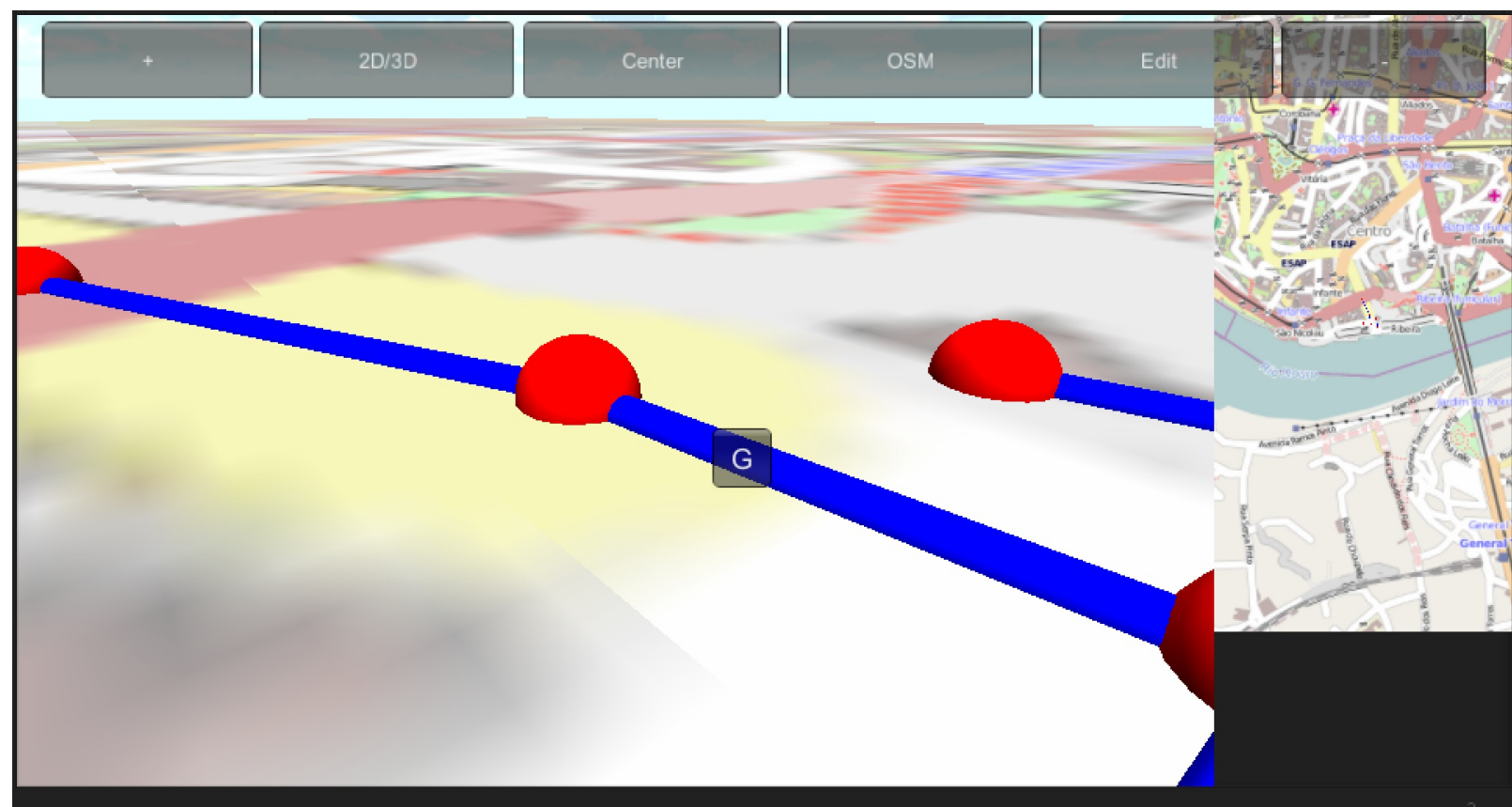
A utilização de motores de jogo em conjunto com BIM para o desenvolvimento de aplicações móveis tem sido explorada por diversos autores, em particular nos últimos 2 anos e existem já aplicações no mercado para este fim.

Sublinha-se que as aplicações existentes apresentam limitações que condicionam, seriamente, a sua aplicabilidade no acompanhamento de trabalhos de construção no terreno, nomeadamente no que diz respeito à sua incompatibilidade com diversos formatos de ficheiros BIM, à impossibilidade de estender o modelo de dados original de modo a incluir entidades e propriedades relevantes para descrever o domínio de aplicação do software e, sobretudo, à impossibilidade de combinar dados BIM

e SIG numa única plataforma móvel. A solução apresentada neste artigo aborda esta limitação nas aplicações existentes, embora seja também compatível com os fluxos de informação e os formatos de ficheiros utilizados pelas empresas do sector das infraestruturas.

Neste enquadramento, a equipa de desenvolvimento concluiu que, uma solução acrescentaria valor a qualquer organização se proporcionasse o acesso a informação complexa e evolutiva, em ambientes de realidade virtual, aos intervenientes que operam no terreno, permitindo o acesso a detalhes até agora inacessíveis, que não são visíveis pelos processos correntes (por exemplo, a posição relativa das diferentes infraestruturas ou as características técnicas de elementos enterrados que possam vir a influenciar os trabalhos a realizar no local) A solução apresentada não se limita a disponibilizar informação já acessível em obra por um outro meio, mas proporciona uma solução para

os problemas relacionados com a segurança e com a eficiência dos processos construtivos, numa interface de simples acesso e permanentemente atualizada.



7. Projecto IVOS

No projeto IVOS (Infrastructure Visualization and Operation On the Spot) está a ser criada uma plataforma móvel integradora para a gestão e operação de infraestruturas enterradas. Para responder aos desafios apresentados, recorre-se a uma combinação de tecnologias distintas, de acordo com o anteriormente abordado. A informação de cadastro, é integrada com informação em formato BIM e com informação oriunda da operação.

Os resultados são disponibilizados numa interface móvel imersiva para permitir a manipulação dos modelos, de forma simples e intuitiva, acessível a todos os níveis da organização (ver Figura 2). Esta informação constitui uma base de conhecimento que é disponibilizada às equipas no terreno a partir do software de gestão de operações NAVIA.

Figura 2 - Interface móvel desenvolvido no âmbito de projeto IVOS - integração de dados SIG e BIM

Ao permitir a agregação e partilha em tempo real de informação operacional e de gestão,

pretende-se que o projeto IVOS resulte no desenvolvimento de um conjunto de ferramentas de apoio à

decisão, que suportem a realização das tarefas de manutenção e operação de infraestruturas.

O projeto assume particular relevância no desenvolvimento de atividades de construção, manutenção e operação de infraestruturas em ambiente urbano, onde o desconhecimento não representa apenas um obstáculo ao desenvolvimento eficiente das tarefas, mas também um risco de segurança para os trabalhadores e para os cidadãos envolvidos.

8. CONCLUSÕES

A proliferação de soluções móveis de software e hardware, permitem a familiarização de todos os agentes da sociedade com ferramentas que, em pouco tempo, alteraram o paradigma do acesso à informação.

Assiste-se hoje à adoção massiva de tecnologias de informação e comunicação, que recolhem quantidades expressivas de dados, mas que, em muito casos, não são compatíveis entre si e não permitem a integração com outras soluções que auxiliem a gestão dos projetos em curso e das operações diárias das empresas que geram infraestruturas. Os casos de incompatibilidade entre SIG/BIM e sistemas de apoio à operação de infraestruturas são comuns.

Verifica-se ainda que a disponibilização de informação técnica relevante, em tempo real, aos decisores e às equipas de terreno, permite em muitos casos, melhorias significativas na eficiência das empresas de gestão de infraestruturas

No entanto, as organizações, sentem crescentes dificuldades na gestão dos dados recolhidos, na criação de conhecimento com base nos dados e na disponibilização transversal aos diversos setores de intervenção.

A democratização de acesso a equipamentos móveis de elevada capacidade de processamento de informação, aliada ao baixo preço de custo de aquisição de equipamentos e software, parece criar condições para suprir uma necessidade de integração de plataformas, que se tem tornado evidente.

Acresce ainda que as ferramentas atualmente disponíveis para a criação de ambientes virtuais tridimensionais, ricas em informação útil, podem ser uma solução particularmente potente para a

resolução de muitas questões que, até ao momento, pareciam ter uma solução distante no tempo. No âmbito do projeto IVOS foram desenvolvidas ferramentas móveis interativas, de interface simples e intuitiva, que permitem o acesso a informação atualizada em tempo real, e disponível localmente, integrando níveis de conhecimento até agora separados no campo dos SIG, do BIM e da gestão de operações e de manutenção de infraestruturas.

Bibliografia

1.

Instituto Nacional de Estatística, *Sistema Urbano: Áreas de Influência e Marginalidade Funcional - Região Centro*. 2004: Lisboa. p. 89.

2.

Venâncio, M.J.L., *Avaliação da Implementação de BIM – Building Information Modeling em Portugal*, in FEUP. 2015, University of Porto: Porto.

3.

East, E.W., *Construction Operations Building Information Exchange (COBIE) - Requirements Definition and Pilot Implementation Standard*. 2007, US Army Corps of Engineers - Engineer Research and Development Center/Construction Engineering Research Laboratory.

4.

BIM Industry Working Group, *A Report for the Government Construction Client Group Building Information Modeling (BIM) Working Party Strategy Paper*. 2011, Cabinet Office.

Retrieved

from

<http://www.bimtaskgroup.org/wp-content/uploads/2012/03/BIS-BIM-strategy-Report.pdf>.

5.

Marques, J., Pina, A., Alegre, H., Coelho, S., Tavares, J., Barrocas, G., *The operation of water*

distribution and wastewater collection networks – an integral solution, combining good practice with an IT operational tool, in International Water Association World Congress.

2014: Lisbon, Portugal.

6.

Monteiro, M., *Desenvolvimento de Interfaces Tridimensionais para Aplicações Móveis a Partir de Tecnologia BIM [Development of three-dimensional Interfaces for Mobile Applications from BIM Technology]*, in Portuguese. 2013, University of Porto: Porto.

7.

Poças Martins, J.P., *Development of 3D Interfaces for Mobile BIM Applications (Extended Abstract)*, in *1st BIM International Conference*. 2013: Porto, Portugal.