

XI - 478 - GEOBIM - UMA NOVA PERSPECTIVA PARA A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DAS EMPRESAS DE SANEAMENTO

Silvana Corsaro Candido da Silva de Franco ⁽¹⁾

Engenheira Civil, Mestre e Doutora pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli/USP). Na Sabesp atuou como gerente no Departamento de Planejamento, Gestão e Operação da Produção de água na RMSP, entre 2008 e 2021. Compõe a equipe do Programa BIM Sabesp.

Cahuê Rando Carolino ⁽²⁾

Arquiteto e Urbanista pela Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais (EA/UFMG). Mestre em Ciências pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP), Área de Concentração em Saúde Ambiental. MBA em Gestão Estratégica e Econômica de Projetos pela Escola de Economia da Fundação Getúlio Vargas (EESP/FGV). Compõe a equipe do Programa BIM Sabesp.

Lucas Tafarelo ⁽³⁾

Geógrafo pela Universidade de São Paulo (FFLCH/USP). Pós-graduado em Geoprocessamento Aplicado pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos (DECIV/UFSCAR). Coordenador Técnico GeoBIM na FF Solutions e Instrutor na BuidLab Academy.

Paulo Henrique Matheus Macedo ⁽⁴⁾

Engenheiro Mecânico pela Universidade Mackenzie, Engenheiro de Segurança do Trabalho pela Universidade de São Paulo (Poli/USP) e Especialista em Sistemas Integrados pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Na FF Solutions atua como Gerente de Projetos Estratégicos e especialista em Saneamento Básico desde 2022. Compõe a equipe do Programa BIM Sabesp.

Diego Rastrelli de Gusmão Faria ⁽⁵⁾

Engenheiro Químico pelo Instituto Mauá de Tecnologia (IMT), Mestre em inovação na Construção Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli/USP). Diretor de Serviços Profissionais da FF Solutions desde 2022. Compõe a equipe do Programa BIM Sabesp.

Endereço (1): Rua Costa Carvalho, 300 – Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05.429-900 - Brasil - Tel.: (11) 3388-9474 - e-mail: silfranco@sabesp.com.br

RESUMO

Historicamente há uma enorme dificuldade em transitar os dados entre as fases de pré-obra, obra e pós-obra, de modo que usualmente, o cadastro operacional precisa realizar grandes esforços para atualizar as informações utilizadas nas duas primeiras fases. Da mesma forma, existem grandes limitações para obter dados confiáveis e validados dos sistemas existentes para subsidiar estudo e projetos de melhoria.

Com a evolução tecnológica do SIG e da metodologia BIM surgem alternativas cada vez mais viáveis para solucionar estas questões de forma definitiva.

Neste trabalho são apresentadas as possibilidades estudadas, testadas e utilizadas pela SABESP para integrar o SIGNOS (sistema de geoprocessamento da SABESP) com as aplicações BIM, o GeoBIM.

As soluções encontradas atenderam às expectativas da equipe da SABESP e agora direcionam as ações corporativas para o desenvolvimento de fluxos de informações técnicas cada vez mais eficientes, que abrangem todo o ciclo de vida dos ativos.

PALAVRAS-CHAVE: Geobim, GIS, BIM, Gestão de Ativos, Interoperabilidade.

INTRODUÇÃO

O processo de integração GeoBIM objetiva, principalmente, facilitar e melhorar o acesso e a interoperabilidade de informações entre equipes que, em geral, trabalham de forma dissociada: as equipes de engenharia (atuando nas etapas de planejamento, elaboração de projetos, obra e operação/manutenção do ativo) e as equipes de Sistemas de Informações Geográficas (atuando na estruturação, operação e manutenção do cadastro dos ativos da empresa).

Usualmente, estas equipes, por conta da especificidade de seus trabalhos, utilizam softwares e processos de trabalho diferentes, o que transforma em desafio a transferência e atualização de informações compartilhadas entre si. Normalmente, a equipe de engenharia, ao demandar bases de dados geográficos de uma determinada região para

estudar, planejar ou projetar a locação de uma tubulação, utiliza bases de dados geográficos do SIG. Da mesma forma, quando a construção do ativo é concluída, a equipe de engenharia precisa enviar o as-built para que a equipe de cadastro possa promover a sua incorporação no cadastro técnico da empresa.

Nesse contexto, as bases de dados, normalmente, são exportadas em arquivos de formatos interoperáveis entre as tecnologias dos softwares utilizados. As equipes de engenharia, que são predominantemente usuárias da tecnologia CAD, geralmente obtêm as bases de dados geográficos através de arquivos no formato Shapefile. E, na outra ponta do processo, as equipes de cadastro, no geral, obtêm as bases de as-built em arquivos no formato .dwg ou .dxf.

Esse fluxo de trabalho não integra as equipes, fazendo com que elas trabalhem de forma dissociada, sujeitando o produto resultante ao risco de erros, inconsistências e retrabalho. Uma base de dados geográficos, ao ser exportada para um arquivo local e perder o vínculo com a base de produção do SIG, deixará de refletir as suas atualizações (que ocorrem cotidianamente) e, no futuro, pode implicar no uso de uma informação desatualizada. Adicionalmente, esta exportação pode enfrentar ainda problemas com sistemas de coordenadas incompatíveis (que não sejam reconhecidos por algum software, por exemplo), com área de abrangência insuficiente (o que obriga o retrabalho de uma nova exportação), com formatos de arquivos não reconhecidos pelos softwares, dentre outros.

OBJETIVO

A integração GeoBIM objetiva, portanto, facilitar e trazer maior confiabilidade para esta troca de informações entre as equipes, ao centralizar a localização das bases de dados (sejam elas geográficas ou de projetos/as-built), ao promover o seu acesso pela internet (através de serviços) e ao evitar a criação de repositórios de informações locais nos computadores ou servidores dos diferentes departamentos da empresa.

Adicionalmente, a integração GeoBIM objetiva integrar o SIG e o BIM (Building Information Modeling ou Modelagem da Informação da Construção, em português) em um ambiente 3D, dado que todo modelo BIM possui, por definição, seus objetos em três dimensões.

Com esta questão em foco, serão avaliadas as tecnologias AUTODESK, desenvolvedora de softwares BIM, IFC, formato de arquivo BIM livre e independente do software utilizado, ESRI, desenvolvedora de sistemas de informações geográficas, e SmallWorld, outra desenvolvedora de sistemas de informações geográficas.

METODOLOGIA UTILIZADA

As possibilidades de integração GeoBIM são diversas e variam conforme a disponibilidade da tecnologia, o conhecimento no uso das ferramentas Autodesk e Esri e a maturidade BIM e GIS na empresa. Nesse contexto, considerando que as tecnologias envolvidas estão em constante evolução, torna-se necessário apresentar algumas diretrizes basilares, ou seja, que sejam efetivamente aplicáveis no contexto atual e futuro da companhia.

Baseado num estudo técnico prévio foram definidas seis diretrizes mínimas para a integração do BIM com o GIS na SABESP:

- Criação do Ambiente Comum de Dados ou CDE (Common Data Environment), conectando o GIS ao Autodesk Docs (ACC)

Um dos pilares mais importantes do BIM é o Ambiente Comum de Dados ou CDE (Common Data Environment). Esta plataforma, executada num ambiente em nuvem e acessível pelo navegador, objetiva ser a única fonte de informações para os projetos da empresa, devendo estar acessível para todas as pessoas envolvidas.

Para esta diretriz, deverá ser construído um ambiente colaborativo com o Autodesk Docs, visando a guarda dos arquivos de engenharia, em único ambiente, com acesso controlado, pela internet.

- Acesso dos softwares GIS ao CDE (Autodesk Docs) por meio do Autodesk Connector

A evolução recente da integração GeoBIM permite que o ArcGIS Pro acesse diretamente o CDE pela internet e dele carregue os arquivos necessários, sejam eles 2D (em formato .dwg, por exemplo), sejam eles modelos BIM 3D (em formato .rvt, .ifc ou .dwg), adicionando seus elementos ao ambiente de mapa.



Nesta diretriz, deve-se estabelecer um vínculo entre o ArcGIS Pro e o Autodesk Docs sem que haja necessidade de exportação e envio de arquivo de projeto ou as-built para utilizá-lo no SIG. Este vínculo deve ser preservado, de modo que se o arquivo original for alterado (subindo-o de versão, por exemplo), basta atualizá-lo para que o mapa reflita as alterações implementadas.

- Atualização dos Objetos do SIG pelos softwares Civil 3D, InfraWorks ou AutoCAD Map 3D por meio do Autodesk Connector for ArcGIS

O Autodesk Connector for ArcGIS é um recurso nativo dos softwares Civil 3D, InfraWorks e AutoCAD Map 3D utilizado para conectar pela internet estes softwares de engenharia à base de dados geográficos do ArcGIS. O seu principal objetivo é permitir ao usuário do software Autodesk carregar, editar e salvar bases de dados geográficos georreferenciados disponíveis no SIG corporativo.

Assim, esta diretriz deverá permitir ao usuário dos softwares Civil 3D, InfraWorks e AutoCAD Map 3D carregar as camadas 2D de ativos existentes (tubulações de distribuição de água, de coleta de esgoto, pontos de consumo, poços de visita, reservatórios, dentre outros), assim como, as informações geográficas de base do local (como cursos e corpos d'água superficiais, limites de municípios, sistema viário etc.) do SIG pela internet.

Adicionalmente, o usuário poderá editar os elementos de uma destas camadas (corrigindo o posicionamento de uma tubulação e poço de visita por estarem deslocados, por exemplo), corrigir seu posicionamento para a localização correta autonomamente e, com as devidas permissões, salvar os registros corrigidos de volta para a base do SIG, disponibilizando-os para uso dos demais colaboradores da empresa.

- Reconhecimento de Objetos do Civil 3D pelo ArcGIS Pro

Os sistemas SIG conseguem abrir, ler e utilizar geometrias produzidas em arquivos no formato .dwg, contudo, todos os objetos constantes deles são interpretados e agrupados no SIG, essencialmente, em geometrias do tipo ponto, linha e polígono.

A conexão entre o GIS (ArcGIS Pro) e o BIM (Civil 3D) possui recursos avançados como, por exemplo, Alignment, Alignment Profile, Appurtenance, Site, Catchment, Fitting, Pressure Pipe, Pipe ou Surface Point, entre outros, que já reconhecem não somente as geometrias dos objetos oriundos do Civil 3D, mas também suas propriedades (atributos).

Nessa prova de conceito, deve-se comprovar a interoperabilidade das informações entre estas as duas aplicações.

- Publicação de Modelos BIM no ambiente ArcGIS Online / ArcGIS Enterprise

Com novos recursos tecnológicos, a elaboração de projetos básico, executivo e dos as-builts utilizam cada vez mais a tecnologia BIM, de modo que o cadastro do SIG também seja feito em 3D.

Nessa diretriz, deve-se publicar os modelos BIM 3D no ambiente SIG, juntamente com bases 2D legadas em um único ambiente, permitindo a visualização controlada de seus elementos.

- Publicação de mapas em 3D, incluindo estruturas lineares e obras localizadas em modelos BIM por meio do aplicativo ArcGIS GeoBIM

Neste cenário, deve-se utilizar mapas 2D ou 3D, com os arquivos originais armazenados no Autodesk Docs, assim como as suas *issues* e seus dashboards associados.

A prova de conceito deverá analisar a viabilidade de publicar informações BIM no aplicativo e disponibilizá-lo/compartilhá-lo com os usuários do projeto.

Foi executada uma Prova de Conceito para cada diretriz acima, em ambiente de teste e, quando possível, em ambiente de produção, de modo que pudesse ser avaliada a viabilidade técnica e os resultados de cada uma das alternativas, no cenário mais realístico possível.

As Provas de Conceito consideraram apenas a utilização dos softwares já existentes na SABESP e aderentes a outras diretrizes corporativas relacionadas aos sistemas existentes e a cultura da empresa.

RESULTADOS OBTIDOS

A partir das diretrizes apresentadas, utilizando diversos modelos sempre georreferenciados nos exemplos, foram criados os cenários idealizados para utilização do GeoBIM, constatando-se:

- Criação do Ambiente Comum de Dados ou CDE (Common Data Environment), conectando o GIS ao BIM 360 Docs / Autodesk Docs (ACC)

Foi criado um Ambiente Comum de Dados – CDE, tanto para documentos de projeto, como de obras e cadastro técnico, de modo que o SIG busque no CDE os arquivos em formato .dwg/.dxf ou .rvt/.ifc, relatórios em formato .pdf, fotografias, planilhas, apresentações e todos outros arquivos de engenharia relacionados ao planejamento, projeto, obra ou operação/manutenção.

Considerando os recursos disponíveis na tecnologia atualmente em uso, o vínculo entre os documentos técnicos e o SIG, a diretriz foi materializada através de um hyperlink.

Para a integração do CDE com a solução SmallWorld, foi criado um hyperlink para todos os objetos carregados para o SIG, conforme o tipo de documento:

- Se o arquivo original de engenharia é um desenho 2D, em formato .dwg, foi criado um atributo que armazene um hyperlink, cujo endereço direcione para o local em que está armazenado o arquivo .dwg original armazenado no CDE, onde todos os elementos (tubulações, válvulas, reservatórios etc.) devem conter o mesmo hyperlink.
- Se o arquivo original de engenharia é um modelo BIM (3D), como o conteúdo dos modelos BIM não pode nem ser incluído ou visualizado diretamente no SIG, foi criado um polígono 2D no SIG, representando a localização do modelo BIM, com um atributo associado contendo o hyperlink que vincula o arquivo original armazenado no CDE, conforme ilustrado na Figura 1.

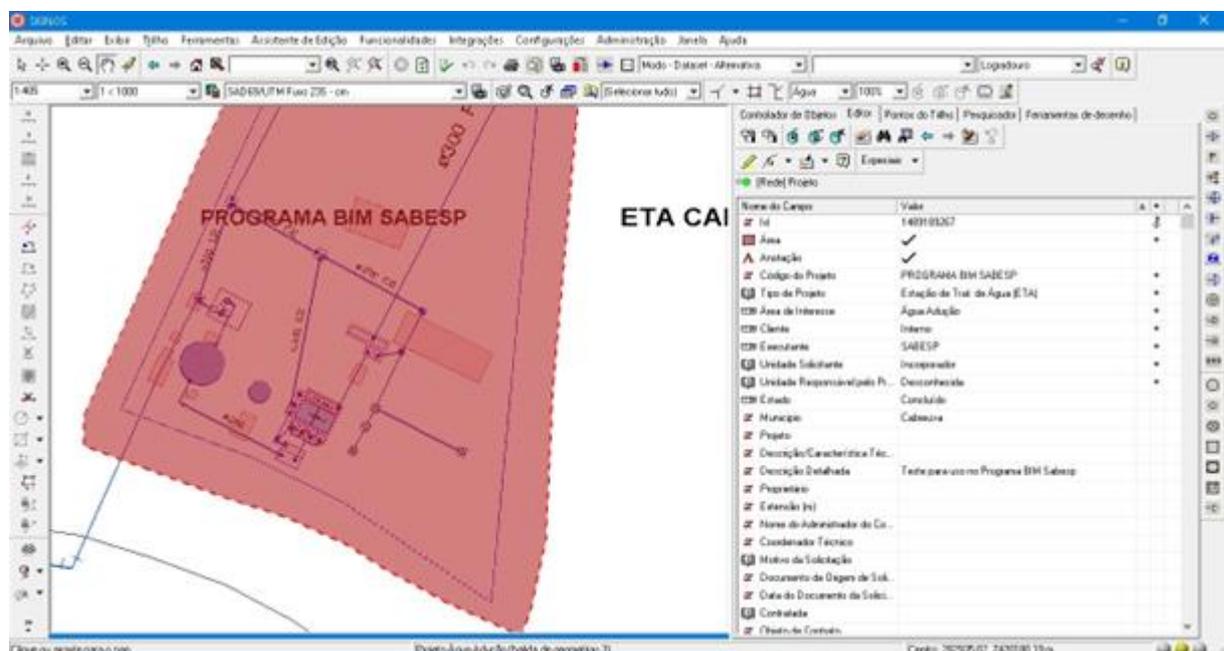


Figura 1: Tela do SmallWorld com um polígono de projeto (em vermelho) com hyperlink para acesso aos arquivos armazenados no Autodesk Docs. Fonte: FF Solutions.

Para a integração do CDE com o ArcGIS a utilização do hyperlink requer uma funcionalidade nativa utilizada e avaliada na Diretriz de Acesso dos softwares GIS ao CDE Autodesk Docs por meio do Autodesk Connector.

A utilização do hyperlink atendeu às expectativas propostas nas três situações analisadas.

- Acesso dos softwares GIS ao CDE Autodesk Docs por meio do Autodesk Connector

Para esta diretriz foi utilizado o BIM Cloud Connection da ESRI que permite acessar a plataforma Autodesk Docs através do ArcGIS Pro.

Na figura 2, pode-se observar o ArcGIS Pro exibindo com êxito o modelo BIM da Estação Elevatória Fazendinha, carregado a partir de seu arquivo original armazenado no Autodesk Docs (visível no menu à direita) através do BIM Cloud Connection.



Figura 2: Modelo BIM da Estação Elevatória Fazendinha, carregado a partir de seu arquivo original armazenado no Autodesk Docs. Fonte: FF Solutions.

- Atualização dos Objetos do SIG pelos softwares Civil 3D, InfraWorks ou AutoCAD Map 3D por meio do Autodesk Connector for ArcGIS

A diretriz foi executada utilizando o Autodesk Connector for ArcGIS de forma direta pela internet, não havendo necessidade de importação ou exportação de arquivos e que qualquer inclusão ou alteração implementada na base do SIG, requerendo apenas a atualização (*refresh*) da tela, comprovando-se manter as bases de dados atualizadas.

Além disso, conforme ilustrado na Figura 3, através deste conector, as bases de dados geográficos puderam ser acessadas diretamente pelos softwares Autodesk, sem a necessidade de exportações ou a utilização de outros softwares.

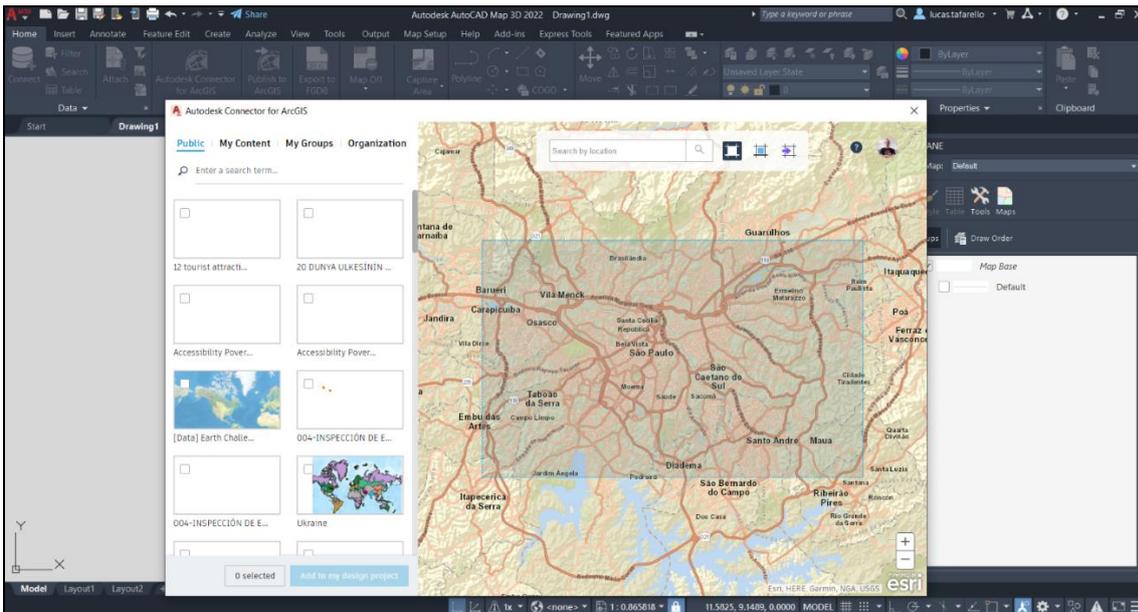


Figura 3: Exemplo do uso do recurso Autodesk Connector for ArcGIS (menu superior) e, na tela em destaque, a possibilidade de filtro espacial para localização e seleção das bases de dados geográficos de interesse. Fonte: FF Solutions.

Por fim, observa-se que para que este recurso possa ser utilizado, é fundamental que o ambiente de trabalho (*workspace*) do software de engenharia Autodesk esteja com o sistema de coordenadas de referência correto.

- Reconhecimento dos recursos nativos da Objetos do Civil 3D pelo ArcGIS Pro

Utilizando este recurso, pode-se comprovar o reconhecimento pelo ArcGIS Pro dos objetos produzidos no Civil 3D, preservando-se as características dos objetos criados no Civil 3D. A Figura 4 mostra um exemplo de arquivo importado com objetos produzidos no Civil 3D (menu à direita), reconhecidos corretamente pelo ArcGIS Pro.

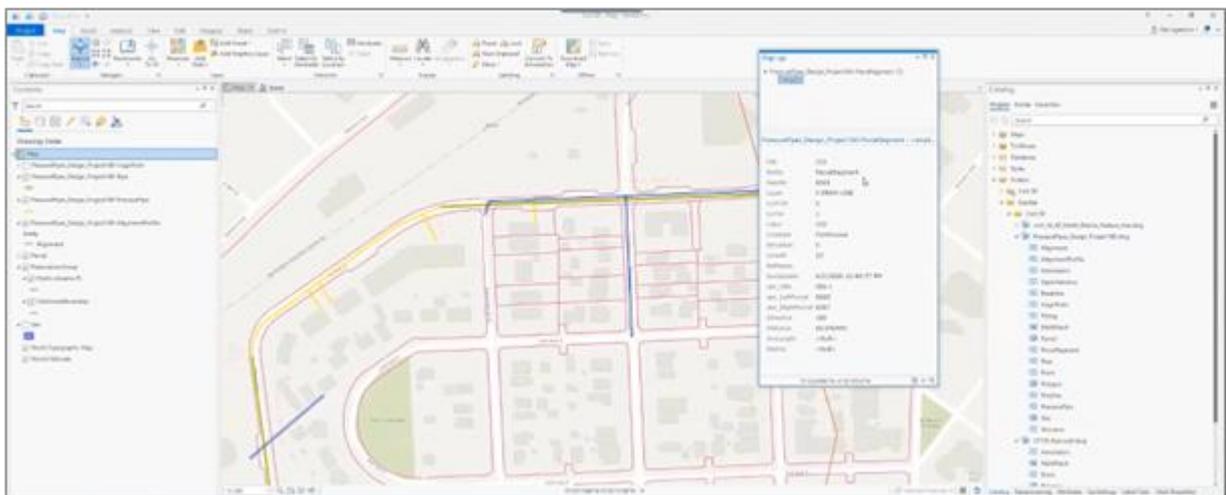


Figura 4: Exemplo do reconhecimento pelo ArcGIS Pro de objetos produzidos no Civil 3D (menu à direita). Fonte: Autodesk.

- Publicação de Modelos BIM no ambiente ArcGIS Online / ArcGIS Enterprise

Nessa prova de conceito foi utilizado um modelo BIM de Estações Elevatória Fazendinha, elaborado no Revit, e publicado no ArcGIS Online. Este modelo BIM foi acessado inclusive com os dados das bases 2D legadas visíveis

em um único ambiente, permitindo acionar filtros para selecionar os objetos visíveis conforme sua disciplina ou categoria, seus níveis/andares ou seus ambientes internos (cortes), conforme ilustrado na Figura 5.

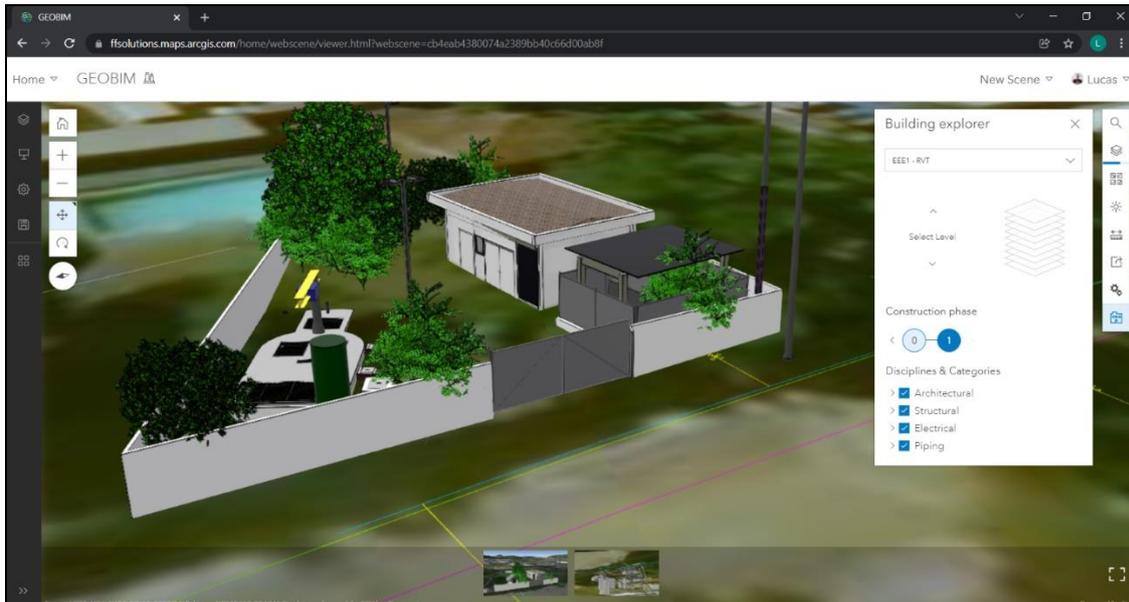


Figura 5: Modelo BIM (3D) de Estação Elevatória de Esgoto publicado no ArcGIS Online com as redes (2D) de coleta de esgoto (em verde), de abastecimento de água (em azul) e com o ramal de ligação (em amarelo). Fonte: FF Solutions.

A Figura 6 mostra outra vista da Estação Elevatória Fazendinha, ilustrando a visualização da geometria de uma conexão e dos seus atributos, elaborados no Revit, e visualizados no ArcGIS Online. Fonte: FF Solutions.

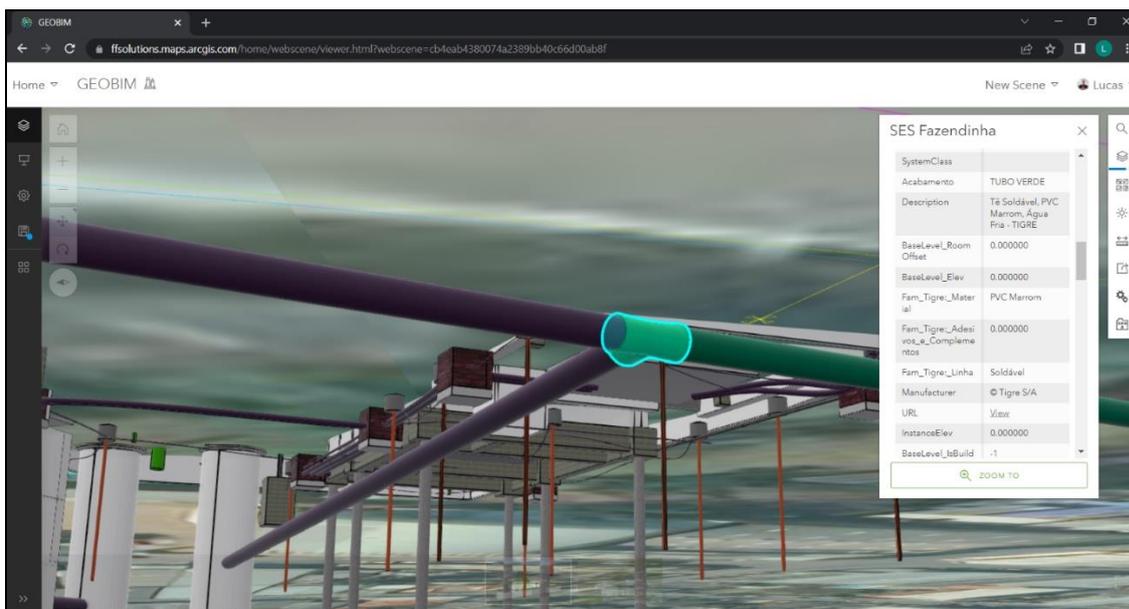


Figura 6: Visualização no ArcGIS Online, do Modelo BIM 3D, com atributos do Projeto elaborado em Revit. Fonte: FF Solutions.

Por fim, o exemplo da Figura 7 apresenta o uso do recurso de slice sobre o Modelo BIM do projeto da Estação Elevatória Fazendinha da Sabesp, permitindo a visualização de seus elementos internos e subterrâneos, através do navegador.

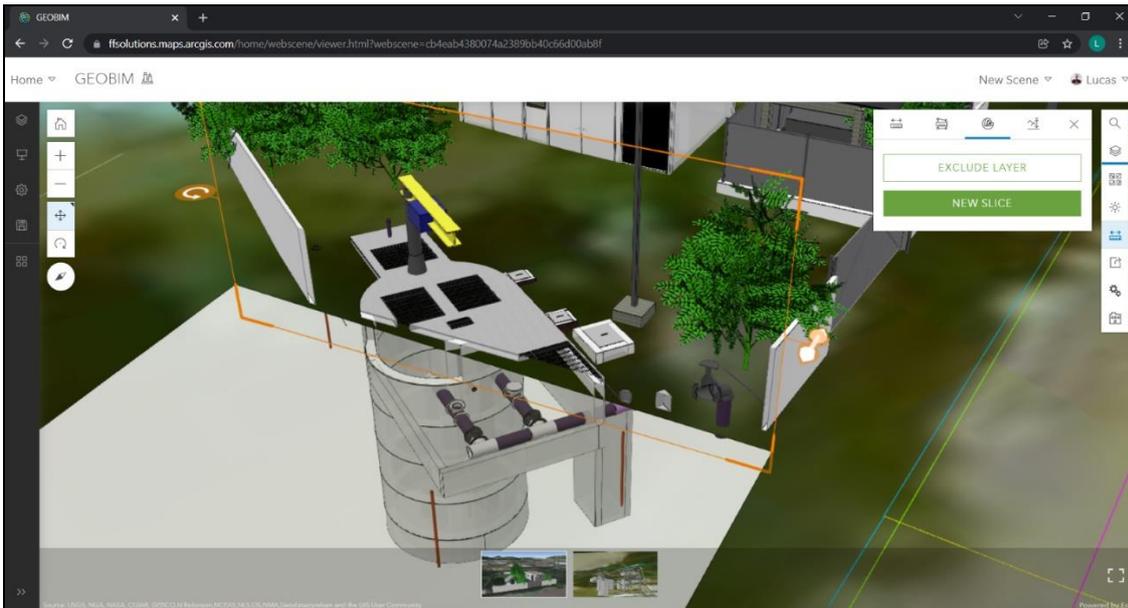


Figura 7: Vista em corte ajustável (slice) da seção. Fonte: FF Solutions.

- Publicação de mapas em 3D, incluindo estruturas lineares e obras localizadas em modelos BIM por meio do aplicativo ArcGIS GeoBIM

Foram desenvolvidas duas aplicações com ArcGIS GeoBIM, uma em 2D (Figura 8) e outra em 3D (Figura 9), através das quais se construiu uma efetiva integração entre os arquivos de engenharia constantes de um projeto do Autodesk Docs e o ambiente de mapas online do ArcGIS Online. Os aplicativos foram construídos em separado para que a visualização e interação com seus recursos pudesse ser maximizada ao público da empresa.

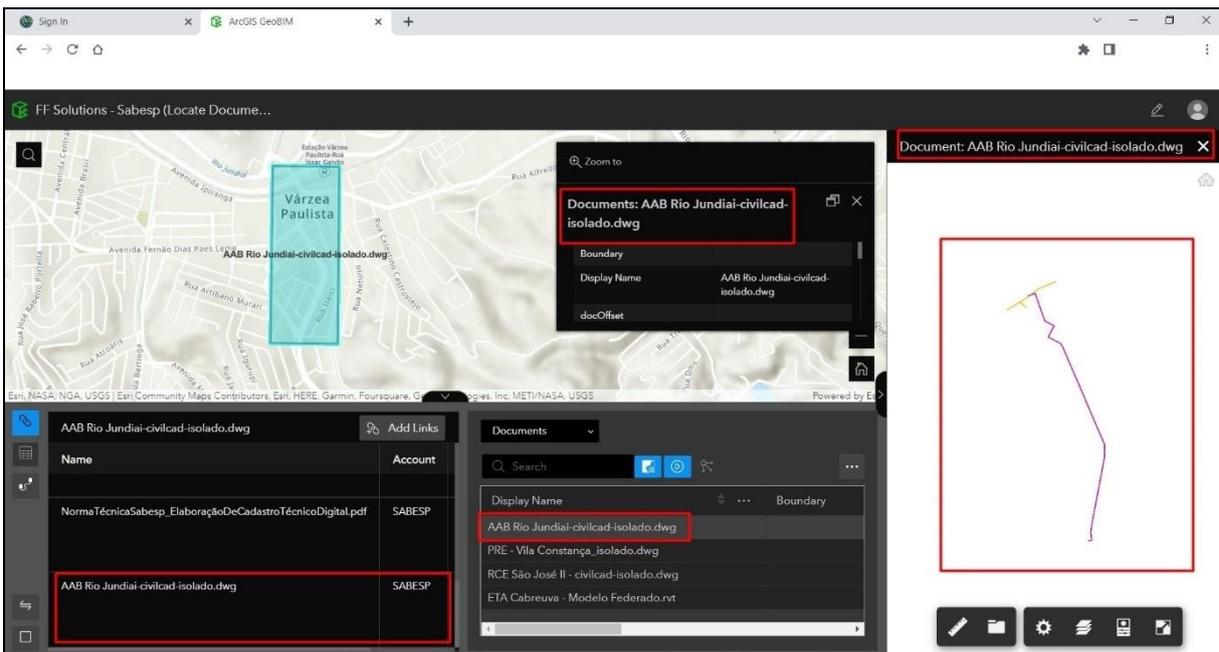


Figura 8: Visão geral do App no projeto 2D no ArcGIS Online / App ArcGIS GeoBIM. Fonte: FF Solutions

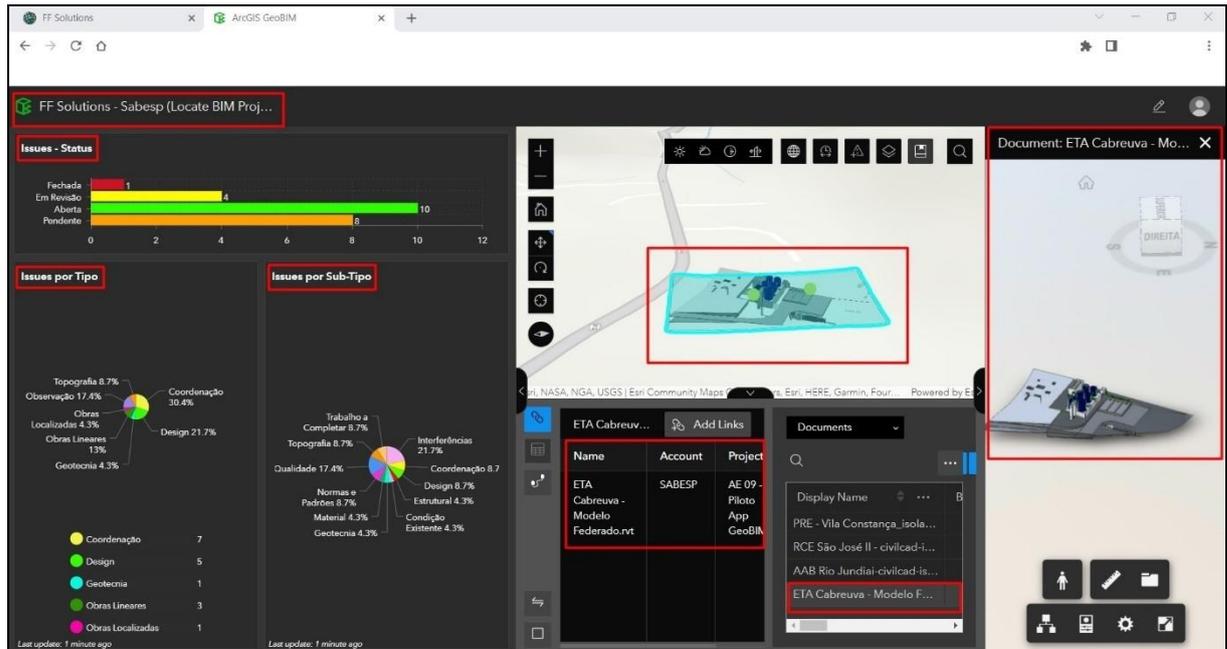


Figura 9: Visão geral do App no projeto 3D no ArcGIS Online / App ArcGIS GeoBIM. Fonte: FF Solutions.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir dos resultados obtidos com o uso do GeoBIM foi possível avaliar que:

- Os fluxos de informação criados para as diferentes tecnologias (Autodesk, Esri e SmallWorld) atenderam plenamente aos objetivos e diretrizes inicialmente propostos, permitindo a interoperabilidade das informações do SIG e do BIM conforme apresentado na Figura 10.

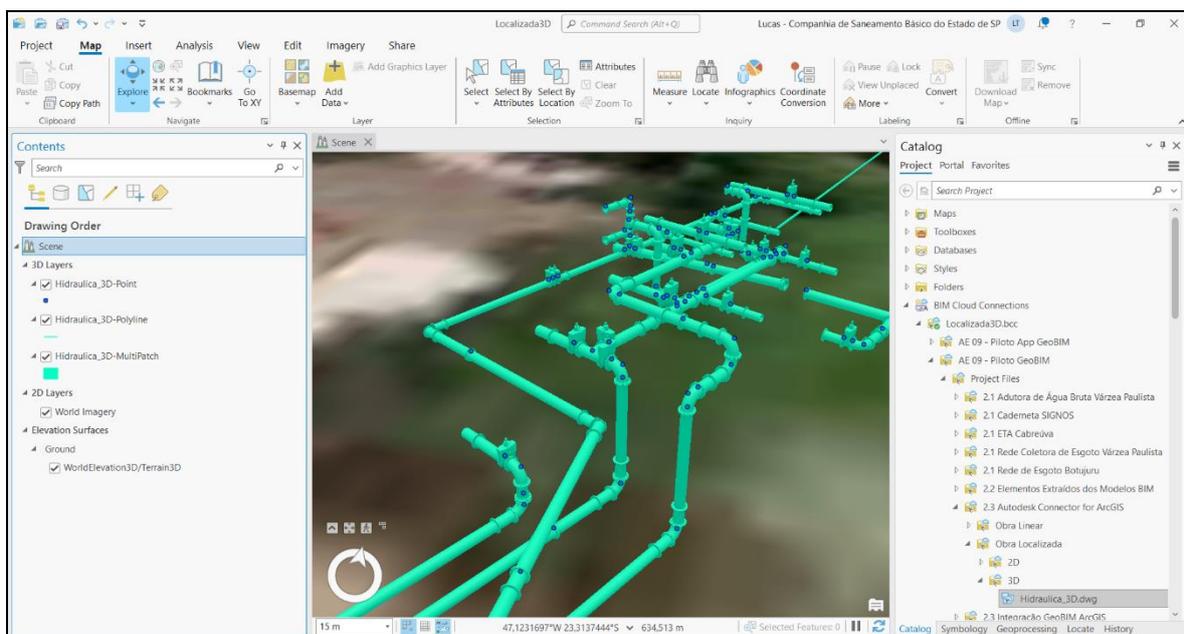


Figura 10: Modelo .dwg de hidráulica 3D da ETA Cabreúva no ArcGIS Pro conectado a partir do recurso New BIM Cloud Connection

- A utilização do Autodesk Docs (CDE) como repositório único para toda a documentação técnica facilita sobremaneira a manutenção das informações, eliminando duplicidades e retrabalhos, além de facilitar o acesso e a atualização dos dados. A Figura 11 ilustra um documento do acervo técnico sendo acessado pelo Autodesk Docs, mesma plataforma para os arquivos dos modelos BIM.

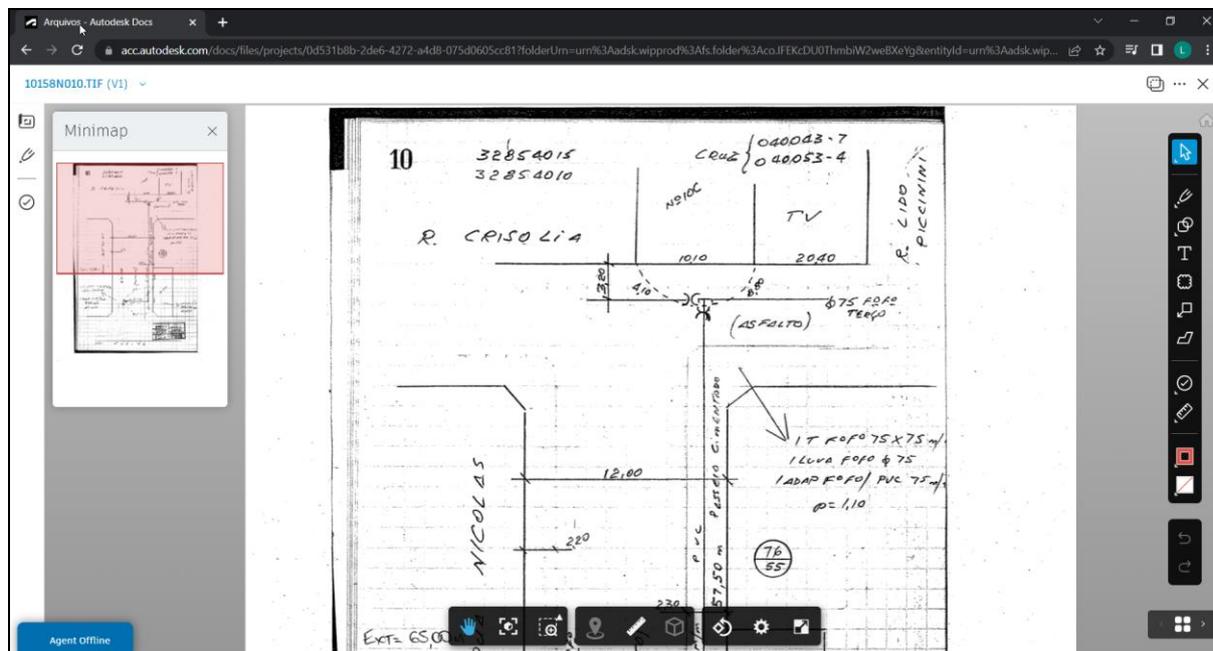


Figura 11: Visualização de uma caderneta armazenada no Autodesk Docs, através de seus recursos nativos.

- O acervo antigo, em .pdf, imagem ou .dwg (2D), irá requerer cuidados com a preservação dos vínculos SIG com o arquivo original de engenharia armazenado no CDE.
- Ainda que o SIG (como o SmallWorld) não permita a visualização de um modelo BIM (3D), o usuário poderá acessar o arquivo original via hyperlink e, pela interface do CDE, poderá visualizá-lo em 3D.
- Mesmo utilizando o ArcGIS Pro, as transformações de BIM para GIS ou de BIM para CAD podem eventualmente sofrer degradações como, por exemplo, eixos da tubulação passando pelas válvulas ou as interligações entre tubulações, conexões e órgãos acessórios, como ventosas, registros, caixas de inspeções etc.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Todos os procedimentos e condições apresentadas para a integração GeoBIM, observando as condições atuais e perspectivas de futuro, foram realizadas com sucesso em ambientes Autodesk, Esri e SmallWorld.

Como parte das ações para a continuidade do desenvolvimento da integração GeoBIM, é necessário a utilização das práticas recomendadas neste trabalho para a elaboração dos modelos BIM, assim como, com o avanço do uso, é fundamental observar outros pontos de atenção, necessidades de customizações ou pontos de melhoria.

Adicionalmente, tendo em vista que a integração GeoBIM é um recurso recente e está em constante evolução, é provável que novas funcionalidades sejam publicadas pelos fabricantes nas próximas versões dos softwares e possam ser incorporados a estes fluxos de trabalho.

Essa ação, tem caráter permanente, ou seja, de constante avaliação e revisão dos fluxos de trabalho e procedimentos da empresa, a fim de adequá-las ao que se tiver de mais avançado nas tecnologias.



Por fim, é importante encerrar destacando o caráter fortemente inovador, na medida em que prioriza os esforços para que, além dos softwares, a integração de fato seja entre as equipes de engenharia e SIG, proporcionando uma efetiva transformação digital da empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 19650-1**: Organização da informação acerca de trabalhos da construção — Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção. Parte 1: Conceitos e princípios. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.
2. TAFARELLO, L.: **Integração entre BIM e SIGNOS**: Piloto GeoBIM Sabesp. In: 9º BIM ATIVO SABESP, 2022, São Paulo. Apresentação Eletrônica. São Paulo: Sabesp, 2022.
3. ABRAHÃO, N.: Aplicações GIS para empresas de Saneamento Básico. São Paulo; ABES, 2022.