

Maior mapa digital 3D dos sistemas de água e águas residuárias do Brasil

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.142.32>

**Wagner Carvalho¹, Joabe Araujo²,
Rui Marques¹, Nuno Almeida¹, António Aguiar Costa¹**

¹ *Instituto Superior Técnico, wagner.carvalho@tecnico.ulisboa.pt, Lisboa, Portugal*

² *Zigurat Global Institute of Technology, joabearaujo@icloud.com, Barcelona, Espanha*

Resumo

É crescente a importância da digitalização das informações durante o processo de registo dos ativos para impulsionar a gestão mais eficaz nas entidades de água e águas residuárias. Neste contexto a metodologia BIM (modelagem da informação na construção) é uma abordagem cada vez mais aplicada nas organizações intensivas de ativos, apoiando a criação de representações “virtuais” das instalações mesmo antes da sua existência física, e segue consolidando as informações gráficas e não gráficas à medida que o ambiente vai sendo construído. Este compartilhamento da representação digital durante as etapas do ciclo de vida da infraestrutura, entre as fases de projeto, obra e operação, está se tornando cada vez mais um forte aliado para a complexa gestão dos ativos urbanos da indústria da água. Este artigo explora a crescente importância da gestão eficiente de ativos no setor de saneamento, enfocando os novos recursos digitais para promover a sustentabilidade dos serviços no ciclo urbano da água [1]. Destacamos a relevância crucial dessa prática para empresas comprometidas com a qualidade de vida e a preservação ambiental, com ênfase na abordagem inovadora da Aegea, líder em saneamento básico no Brasil. Estes processos de digitalização e o BIM geram oportunidade para extrair mais valor dos ativos físicos com a construção de uma representação mais realística do ambiente construído, ou seja, orientam tomadas de decisões mais informadas que reduzem o risco de indisponibilidade dos serviços e melhoram os resultados operacionais.

1. Introdução

A introdução da digitalização tem gerado impactos significativos em diversos setores da sociedade, resultando em uma melhoria substancial da eficácia, transparência e qualidade dos serviços disponibilizados. Contudo, o segmento de água e águas residuárias ainda se depara com desafios consideráveis na integração das tecnologias digitais aos processos de gestão de seus ativos, visando assim agregar mais benefícios em suas operações.

O acesso amplo a água potável e aos serviços de águas residuárias ainda é um desafio em muitas regiões do globo, e está no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (ODS-6 da ONU). O Banco Mundial lançou em 2016 a iniciativa PIR (Políticas, Instituições e Regulação) como uma estratégia para ajudar as nações a alcançarem a universalização e sustentabilidade destes serviços [2]. Soma-se ainda os desafios atuais de garantir a resiliência dos sistemas, aumentar a sustentabilidade dos serviços e abraçar a economia circular [3].

A metodologia BIM, Building Information Modeling (Modelagem da Informação da Construção), representa um processo digital inovador que desempenha um papel crucial na harmonização e integração de informações tanto gráficas quanto não gráficas no âmbito da indústria de infraestrutura. Essa abordagem não apenas otimiza a representação visual de projetos, mas também facilita a colaboração eficiente entre as diversas disciplinas envolvidas, promovendo uma gestão mais holística e eficaz ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos [4].

No atual contexto, onde a imperativa sustentabilidade dos recursos naturais e a responsabilidades sociais (ISO 26000, 2024) [5] se consolidam como prioridade, a gestão do ciclo urbano da água emerge como pedra angular a melhoria da qualidade de vida concomitante com a preservação do meio ambiente global. À medida que os desafios relacionados à água potável, tratamento de esgoto e conservação ambiental tornam-se cada vez mais intrincados, a administração cuidadosa e estratégica dos ativos revela-se um fator determinante, delineando o êxito ou insucesso das organizações na prestação destes serviços públicos essenciais para a população.

Assim, os processos de digitalização na gestão destes ativos desempenham um papel central para as entidades de água, sendo relevante não apenas para assegurar a entrega eficaz de serviços essenciais, mas também para trazer transparência e evidências dos investimentos [6].

No Brasil, após a aprovação do novo marco regulatório do setor com a Lei n.º 14.026 de 2020, foram estabelecidas metas de investimento para redução do déficit de cobertura de água e esgoto com o objetivo de universalização destes serviços à população brasileira até 2033 [7].

Neste novo cenário de expansão do setor no país, 28 leilões de Concessão e PPPs (Participação Público Privada) foram realizados de 2020 até 2023, que já somam mais de 98 bilhões de reais já comprometidos em investimentos contratados e outorgas para os próximos anos com os novos contratos estabelecidos para beneficiar cerca de 30 milhões de brasileiros.[8] Assim, algumas entidades têm percebido a relevância

das práticas de digitalização dos ativos (primeiramente dos ativos físicos legados) e da metodologia BIM, para que no ambiente comum de dados possam se tomar melhores decisões sobre a modernização e implantação de novas infraestruturas.

Este estudo explora as inovações e estratégias de gestão digitais adotadas pelo programa Infra Inteligente da Aegea, entidade líder no setor privado de saneamento no Brasil.

2. Infra inteligente

Criada em 2010, a empresa Aegea é líder no setor privado de saneamento básico no Brasil. Atualmente são mais de 31 milhões de pessoas atendidas em 505 cidades de 14 estados, de norte a sul do Brasil.

Ao analisar o programa Infra Inteligente, lançado em 2018 pela empresa, exploramos suas aplicações operacionais e a introdução de novos processos com tecnologias disruptivas baseados nas normas da ISO 55001 e na metodologia BIM (ISO 19650).

O Infra Inteligente busca a reestruturação dos processos de negócio, com o foco na transformação digital gradativa dos fluxos de trabalho relacionados à gestão do ciclo de vida de seus ativos (físicos, humanos, financeiros, intangíveis e informacionais). A metodologia foi estruturada nos processos de negócio da prestação dos serviços de água, e associa um conjunto de aplicativos interoperáveis com modelos virtuais precisos, visando o alinhamento estratégico entre negócio e operação.

O conhecimento das instalações operacionais é um grande desafio do setor de saneamento, e ao mesmo tempo é o requisito fundamental de informação necessário para as tomadas de decisões nos níveis estratégico, tático e operacional. Assim o programa inovou com a incorporação da digitalização no processo AIV, Asset Identification and Verification (Identificação e Verificação dos ativos) em plantas de saneamento.

Nos procedimentos de digitalização para a captura de realidade, novas práticas e tecnologias são agregadas as atividades de identificação individualizada dos ativos em campo, entre as quais o uso de drones para imageamento das instalações, aplicativos de formulários técnicos em telemóvel, gps de alta precisão e câmera 360. Os dados coletados em campo criam um registro único e com rastreabilidade sobre cada ativo, e as imagens são processadas em gabinete (laboratório) para geração de diversos produtos digitais. No nível da instalação localizada são gerados tour virtuais, malhas 3D, orthophotos, modelo digital de superfície e terreno, além do caderno digital contendo ficha técnica, informações sintéticas e analíticas de cada ativo da instalação.

O processo AIV constata e registra a existência de cada ativo, envolvendo a classificação da tipologia, rotulação com tag único, atribuição das características técnicas, e avaliação individualizada da condição de vida útil remanescente.

O Ambiente Comum de Dados (CDE – Common Data Environment) do programa integra os contêineres de informações dos ativos aos fluxos de trabalho da organização

e gerenciamento da comunicação com as bases digitais gráficas, não gráficas e documentos associados [7].

A metodologia BIM é aplicada tanto para projetos de instalações novas (projeto greenfield) como na ampliação e reforma dos ativos legados (projeto brownfield). Sendo que no caso das instalações existentes todo o conteúdo digital AIV está automaticamente disponibilizado para o fluxo de modelagem BIM para os responsáveis do projeto.

No plano de execução BIM (BEP - BIM Execution Plan) é compartilhado o modelo de dados do projeto (PDT – Project Data Template) integrado aos requisitos de informações da organização (OIR – Organization Information Requirements) e aos requisitos de informações dos ativos (AIR – Asset Information Requirements), que são os mesmos do processo AIV para digitalização do ativo legado (Figura 1).

Neste contexto BIM os projetos da entidade seguem o ciclo de desenvolvimento à medida que evoluem no nível de informação necessária (LIN - Level of Information Need) e que os testes de verificação da qualidade são executados, como exemplo a detecção de conflitos (clash detection) entre disciplinas.

Figura 1
Plano de Execução BIM (BEP).

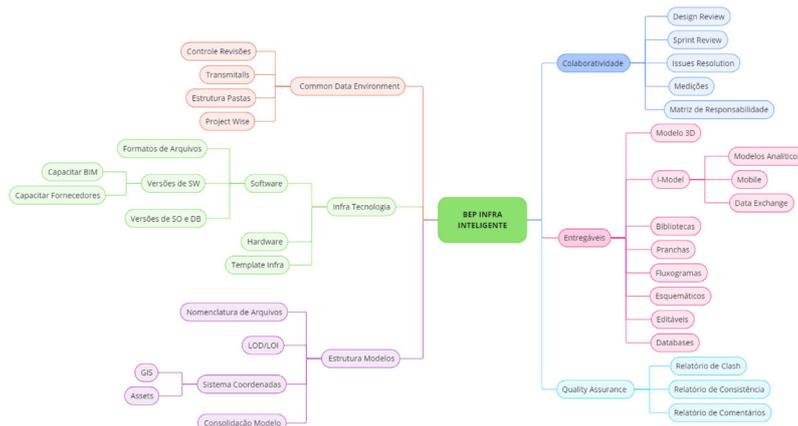
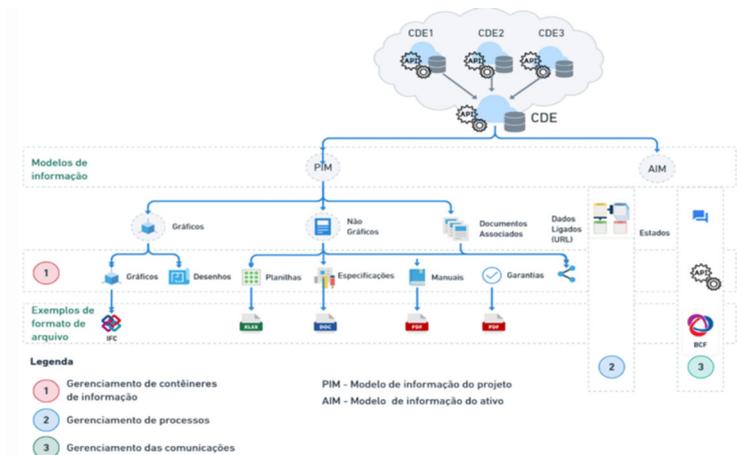


Figura 2
Ambiente Comum de Dados (CDE). Fonte: ABNT. (Junho de 2022). PR 1015.



Como a entidade assume contratos de longo prazo, a qualidade do ativo construído se torna ainda mais importante para a garantia da adequada prestação dos serviços. Assim a metodologia BIM é aplicada ao longo do ciclo de vida do projeto a construção do empreendimento, e a entrega do ativo físico, abrangendo as dimensões 3D (modelo tridimensional federado das disciplinas), 4D (planejamento construtivo) e 5D (análise de custos) [9].

A gestão estruturada do ativo informacional orienta a tomada de decisão das áreas-chaves de desempenho da organização (KPA – Key Performance Area). A iniciativa tem como foco conhecer e compreender os ativos físicos, toda a infraestrutura de campo, que com informações mais detalhadas e confiáveis para as plataformas de simulação hidráulica orientam melhor a construção de cenários para tomadas de decisões em busca da maior eficiência operacional, e qualidade dos serviços.

O modelo digital construído a partir da digitalização das informações em campo cria representações das instalações e equipamentos existentes, e integrados às tecnologias de automação, proporcionam uma visão em tempo real das instalações de operação nos centros de controle operacional. É um ganho não só para a empresa, mas também para os clientes, pois resulta em maior disponibilidade dos serviços para a população.

2.1. Caso Rio de Janeiro

A digitalização em larga escala do programa Infra Inteligente foi realizada em 2021 no estado do Rio de Janeiro, considerado por especialistas como o maior projeto de inventário de ativos de infraestrutura de água do Brasil. A assinatura do novo contrato no Rio de Janeiro exigiu a realização de inventário de todos os ativos operacionais legados, abrangendo desde estações de tratamento de água e águas residuais, estações elevatórias, tanques e outras dezenas de ativos espalhados por 27 municípios.

No requisito contratual previa a identificação com tagueamento, classificação e verificação de todos os ativos operacionais, e a entrega do inventário final no prazo total de 130 dias para avaliação do regulador. O titular dos ativos nesta modalidade de contrato é o município, e o inventário de ativos é a base de evidência de investimentos para a remuneração tarifária.

Assim, a metodologia avançada de captura da realidade empregada neste extenso projeto foi refinada e aprimorada durante a fase de planejamento, ou seja, antes do início deste grande projeto de digitalização. Foram criadas etapas de validação da qualidade, precisão e confiabilidade de dados no processo AIV, tanto gráficos quanto não gráficos.

A grande quantidade de instalações e volume de ativos legados neste contrato superou mais de mil endereços, mobilizando um contingente de 70 profissionais em campo, 10 drones e outras dezenas de recursos tecnológicos como GPS de alta precisão e câmeras 360.

2.2. Enfrentando os desafios de levantamento de ativos em cada sítio em um cronograma apertado

Melhorar e modernizar os ativos de água é um desafio que exige o uso de tecnologias para capturar a condição atual, sua variabilidade e diversidade, substituindo esforços anteriormente manuais, por ações orientadas e mais estruturadas. Para estabelecer um ambiente de ativos virtuais, a empresa precisou adequar às realidades do setor de água, exigindo um esforço de captura e integração de bens espalhados pela cidade, sendo muitos destes ativos localizados em locais de difícil acesso. No Rio de Janeiro, a estimativa inicial de plantas era de pouco mais de 900 plantas, mas foram encontradas mais de 1.300, das quais 300 foram encontradas em áreas de baixa renda. Com mais de 29 mil ativos físicos em 1.317 plantas industriais, o tamanho do projeto envolveu a coordenação de quase uma centena de especialistas multidisciplinares em meio a um cronograma apertado para concluir os 211 mil trabalhos de levantamento e modelagem digital 3D no Rio de Janeiro [10].

Somando-se à complexidade do projeto estava a topologia da cidade. O Rio de Janeiro possui topografia sinuosa com montanhas e rochas, o que dificulta o levantamento de instalações e bens. Além disso, como as tubulações de abastecimento estão no ponto baixo e muitas comunidades localizadas no ponto alto, é necessária energia hidráulica de bombeamento por milhares de quilômetros de tubulação até o cliente final. Neste contexto, a visão estratégica da organização foi utilizar estes dados e informações topográficas precisas dos ativos digitalizados para modelar gêmeos digitais dos sistemas de abastecimento com integração dos milhares de dados para apoiar a tomada de decisão com simulações de cenários hidráulicos reais.

Os investimentos necessários para universalizar os serviços de água e águas residuárias ao longo do contrato é de 24,4 bilhões de reais [11], assim a digitalização dos ativos está sendo tratado como um verdadeiro diagnóstico da “saúde” do sistema legado e como base de referência para modelagem de projetos seguindo a metodologia BIM.

Para estabelecer oportunamente seu mapa digital 3D, a Aegea utilizou aplicativos de modelagem flexíveis e integrados para acomodar dados de múltiplas fontes e, ao mesmo tempo, facilitar a colaboração e a acessibilidade em diversas disciplinas de engenharia.

2.3. Aplicação de drones e tecnologia de processamento para geração do mapa digital 3d

Usando tecnologias de captura de realidade e as aplicações de modelagem BIM da Bentley, processou-se imagens de alta resolução capturadas por drones para gerar malhas 3D realistas e mapas digitais de todas as instalações e ativos. Neste projeto, um conjunto de 10 drones sobrevoaram mais de 1.300 plantas (instalações), resultando em um total de 156 mil fotos que foram processadas no software ContextCapture da Bentley Systems. Os arquivos digitais de malha 3D, orthophotos e modelos digitais de superfície (MDS) de cada uma das plantas (instalações) seguiu o fluxo de

validação e codificação no ambiente comum de dados (CDE), e o link de acesso foi compartilhado no PowerBI com as informações estruturadas.

2.4. Digitalização otimiza disponibilidade, confiabilidade e sustentabilidade de serviços

Operando em um ambiente digital integrado, o inventário do sistema de água e águas residuais do Rio de Janeiro envolveu a identificação de quase 30 mil ativos operacionais, e preenchimento de mais de 11 milhões de atributos técnicos, seguindo os processos e requisitos informacionais da organização (OIR – Organization Information Requirements).

O volume dos arquivos compartilhados no ambiente comum de dados (CDE) atingiu quatro terabytes de dados de captura da realidade, caracterizados por alta resolução e geolocalização precisa. O resultado foi um mapa 3D que representa mais de mil instalações de saneamento. A figura 3 apresenta um exemplo de um componente da tipologia “motor” e seus respectivos atributos coletados – informações requeridas dos ativos (AIR – Asset Information Requirements). O mapa digital é interativo e constantemente atualizado com base na interoperabilidade das aplicações dos operadores, otimizando fluxos de dados enquanto garante que todos os dados dos ativos estejam sempre atuais e acessíveis para uma gestão inteligente da infraestrutura. Desta forma, é possível acessar informações do desempenho de cada sistema, cada equipamento instalado em cada entidade operada no país, facilitando a tomada de decisões e, conseqüentemente, garantindo que a população receba os serviços essenciais da empresa. Por meio da aplicação do Infra Inteligente e da criação de gêmeos digitais em um ambiente de realidade virtual, temos percepções e informações em tempo real sobre ativos e plantas para monitorar a saúde da operação dos equipamentos, prevenindo danos a pontos críticos do sistema e permitindo a gestão digital do ciclo de vida dos ativos de água.

A medida que novas instalações e ativos seguem sendo implantados seguindo os processos de codificação e estruturação de ativos no plano de execução BIM da organização, segue-se para a fase de entrega da instalação para a operação. Nesta etapa todos os processos de digitalização AIV são aplicados para incorporar estes novos ativos a base de dados da operação do sistema (ambiente construído).

Figura 3
Atributos componentes
– Programa Infra
Inteligente.

Início > Digitação de Atributos em Lote > Atributos do elemento: MAN-10244		
FILTROS Classificação: Todos Status: Todos Atributos: 43 itens		
1	Altura Máxima	1000m
2	Carcaça	250/M
3	Caegoria	N
4	Corrente de partida	7,3
5	Corrente nominal	352/204/176
6	Data de fabricação	28/04/2010
7	Diâmetro nominal eixo	280mm
8	Elevação da temperatura máxima	40°C
9	Existem Pés de Sustentação? (SIM/Não)	Sim
10	Fabricante	WEG
11	Fator de Potência	0,86
12	Fator de Serviço	1,15
13	Fora do Corpo	280/M
14	Frequencia Nominal	60Hz
15	Grav de Isolação	F
16	Grav de Proteção	IPW55
17	Mancais lado acoplada	6316-c3
18	Mancais lado oposto acoplada	6316-c3
19	Material da carcaça	Ferro Fundido
20	Material do eixo	Ferro Fundido
21	Modelo	W22 Plus
22	Número de Fases	3
23	Número de polos	4
24	Número de série do Fabricante	1006774187
25	Peso da massa	731 Kg
26	Potência Nominal	110 KW
27	Regime de funcionamento	S1
28	Rendimento	95,20%
29	Rotação	1785rpm
30	Tempo entre lubrificação	10000h
31	Tensão nominal	220/380/440V
32	Tipo	Motor de Indução
33	Tipo da Flange	FC-355
34	Tipo de corrente	Alterada
35	Tipo de lubrificação dos mancais	Polirex-em-esso
36	Unidade de Potência	W-Watts

2.5. Gêmeos digitais e a realidade virtual

Diante destas recentes evoluções tecnológicas a IWA (International Water Association) lançou em 2021 a publicação Digital Water (IWA – Digital Water Programme, 2022) com foco em apoiar e orientar a operação através do desenvolvimento de modelos baseados em gêmeos digitais (digital twins) para o setor da água urbana [12].

O programa integrou o modelo digital de algumas instalações com os atributos capturados em tempo real e históricos para desenvolver o mapa de ativos em 3D e os gêmeos digitais. Essa abordagem proporciona percepções mais simples e cognitivas com uma confiabilidade superior nas informações, orientando o melhor ponto de desempenho operacional dos sistemas, como mostrado na figura 4.

Os modelos digitais processados por imagens geradas por drones, somado às informações de cadastros técnicos, “as built” das instalações, dados de inspeção completa e minuciosa de cada ativo, gera-se um modelo digital 3D. Este modelo é integrado na plataforma Unity, e o software aplicado pela entidade (XRProj) permite a imersão em um ambiente de realidade virtual com acesso de multiplas plataformas e multiusuários.

O modelo é vinculado com os sensores dos equipamentos que enviam informações em tempo real para o modelo virtual, promovendo uma verdadeira visita virtual para o operador, que identifica possíveis problemas ou oportunidades de melhorar o processo, sem que para isso necessite se deslocar até o local.

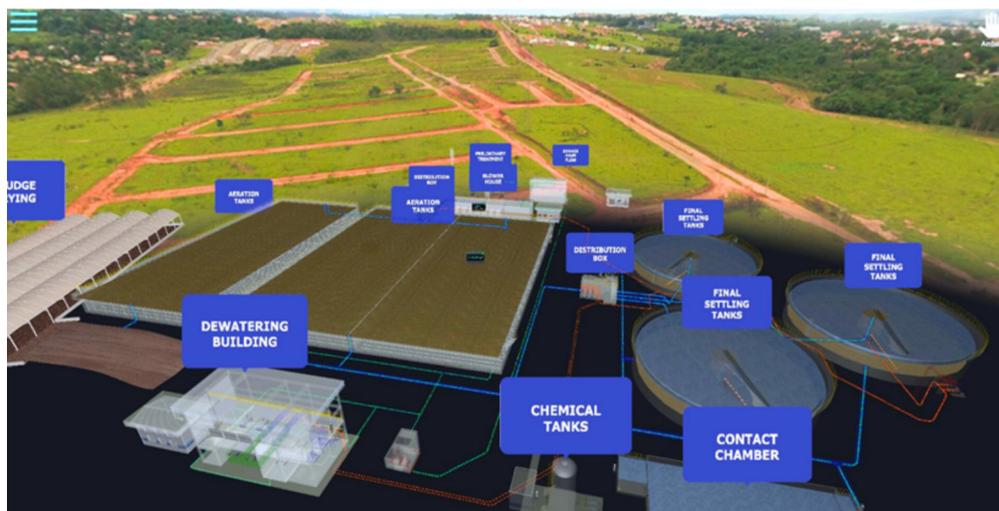


Figura 4
Gêmeo digital – Estação de Tratamento de Esgoto.

3. Resultados

O processo de digitalização no Rio de Janeiro demandou a integração de quatro terabytes de dados ao banco de dados da organização, resultado do mapeamento de 29.000 ativos físicos, processamento de mais de 156.000 fotos e criação de 1.300 modelos digitais de plantas (instalações de água e águas residuais).

As informações digitais a cerca dos ativos são atualizadas quatro vezes ao dia na base de dados (Oracle Spatial), e uma das visualizações é o PowerBI com as informações estruturadas de forma espacial, gráfica e tabular como: árvore de ativos, novos, movimentações, atributos técnicos e etc (Figura 5).

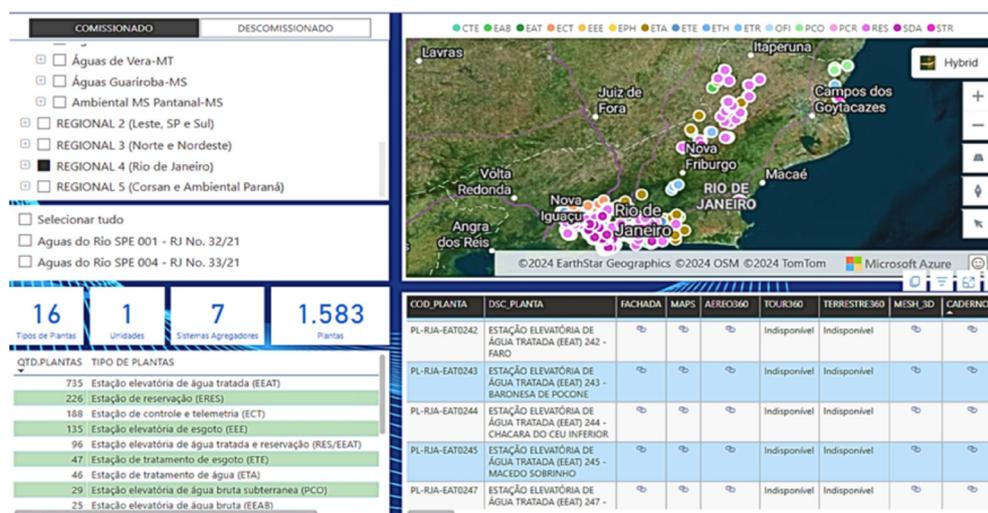
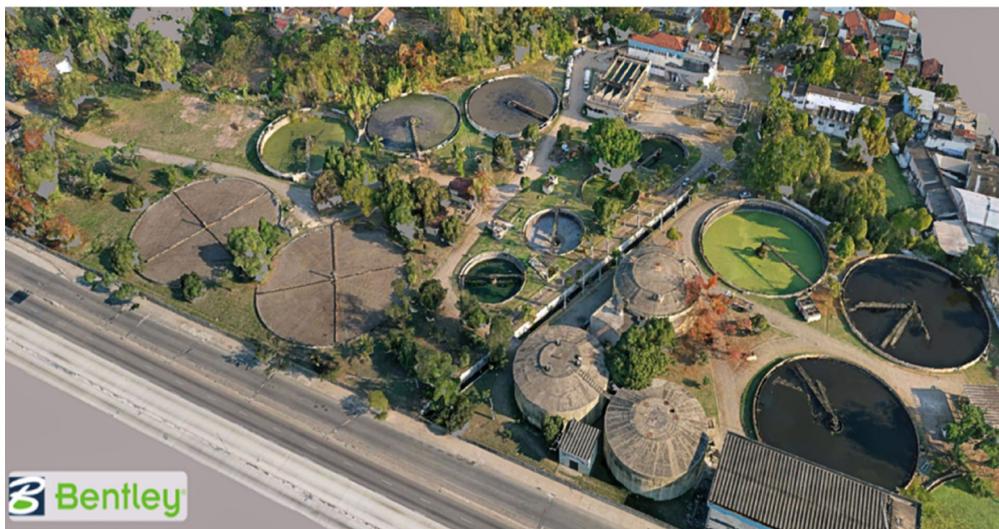


Figura 5
Painel Dashboard Infra Inteligente.

Figura 6
Modelo 3D Estação de
Tratamento de Esgoto.



4. Conclusão

Apesar da notável diversidade de tipologias e da extensa distribuição espacial dos ativos físicos que compõem os sistemas do ciclo urbano da água e águas residuais de uma grande cidade, os procedimentos de digitalização AIV integrados ao BIM revelaram-se ágeis e aderentes para uma melhor gestão de ativos no ciclo de vida, e principalmente maior transparência dos investimentos para a sociedade.

A digitalização para maior conhecimento do ativo físico permanece como um desafio significativo para os profissionais do setor, predominantemente devido aos elevados requisitos de atribuição técnica, cultura das organizações e da natureza dinâmica da manutenção dos equipamentos. Isso justifica cada vez mais o empenho das entidades em implementar processos que aprimorem a maturidade na gestão de ativos e integrem esses processos a uma base informacional digital e unificada.

Referências

- [1] Alegre, H., Hein, A., Gormley-Gallagher, A., Nottarp-Heim, D., & Merkel, W. (2015). Transition to Sustainable Urban Water Services of Tomorrow: A handbook for policy makers. European Union Seventh Framework Programme.
- [2] World Bank Group. (2022). Water Supply and Sanitation – Policies, Institutions and Regulation. Washington, DC: GWSP.
- [3] Marques, R.C (2005). Regulação de Serviços Públicos (R.C. Marques, Ed. Sílabo). <https://silabo.br>.
- [4] Jelodar, M., Wilkinson, S., Kalatehjari, R., Zou, Y. (2021). Designing for construction procurement: an integrated Decision Support System for Building Information Modelling. Fonte: Built Environment Project and Asset Management, Vol. 12 No. 1, 2022, pp. 111-127, Emerald Publishing Limited 2044124X: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BEPAM-07-2020-0132/full/html>

- [5] ISO 26000. (02 de 01 de 2024). ISO 26000 – Social responsibility. Fonte: ISO (International Organization for Standardization): <https://www.iso.org/iso-26000-social-responsibility.html>
- [6] IAM. (2022). Fonte: The Institute of Asset Management: <https://theiam.org/>
- [7] LEBEIS, F. D. (2021). Universalização dos serviços de água e esgoto à população brasileira: desafios do novo marco regulatório do saneamento básico. Escola de políticas públicas e governo - FGV.
- [8] Abcon Sindcon (2023). Panorama da Participação Privada no Saneamento. Capítulo 5 – Os Últimos Três Anos, pág. 33 a 37. <https://abconsindcon.com.br/panorama/>
- [9] ABNT. (Junho de 2022). PR 1015. Prática Recomendada: Ambiente Comum de Dados (CDE)/ Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro: ABNT.
- [10] Aegea, P. I. (2021). Relatório de Identificação e Verificação de Ativos.
- [11] Carvalho, W. O. (2020). BIM and AM to Manage Critical and Relevant Water. Em Proceedings of the 18th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (pp.697-720). Springer – https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-51295-8_49.
- [12] IWA –1 Digital Water Programme. (2022). A Strategic Digital Transformation for the Water Industry. In A Strategic Digital Transformation for the Water Industry. IWA Publishing. <https://doi.org/10.2166/9781789063400>