# METODOLOGIA DE FISCALIZAÇÃO BASEADA EM BIM PARA PROJETOS E OBRAS PÚBLICAS. ESTUDO DE CASO DOS PROJETOS E DAS OBRAS DE MODERNIZAÇÃO DO TERMINAL DE PASSAGEIROS DO AEROPORTO DE MONTES CLAROS - MG

Guilherme, Guignone, Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - INFRAERO | Distrito Federal, Brasília | gguignone@infraero.gov.br
Heurie, Rocha, Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - INFRAERO | Distrito Federal, Brasília | heurie_silva@infraero.gov.br
Vitor Hugo, Rizzotto, Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - INFRAERO | Distrito Federal, Brasília | vrizzotto.br@infraero.gov.br
Calmon, João Luiz, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES | Vitória, Espírito Santo | joao.gama@ufes.br

*** Corresponding author e-mail address**: gguignone@infraero.gov.br

**PAPER ID: SIT2180**

## ABSTRACT

The engineering activities for the modernization of the Passenger Terminal at Montes Claros Airport – MG included projects and construction execution based on BIM and Inspection, carried out by the public administration, adopting a Custom Inspection Methodology Based on BIM - *Building Information Modeling*. The Methodology was conceived with a view to providing increased performance in the management of communication and in the development of engineering solutions, involving, in an integrated manner, Contractor - private initiative and Contractor - Public Company. As assumptions, it was considered that the development of models was validated by the Inspection on scheduled dates, according to the Project's milestone schedule, and that communication occurred assertively through the use of technological infrastructure and designed BIM processes. It could be seen that its adoption provided several benefits for the design and works stage, among them: adherence to the project and work schedule; increased performance in design and construction solutions through collaborative actions; minor design revisions; minor unpredictability during the work; better solutions for the covering of works; among others. The Case Study is proposed as a framework for the inspection of public works, mainly applicable to transport infrastructure projects and works in public administration.

**Keywords**: BIM; Airports; Collaboration; Communication; Public Construction

## ACKNOWLEGDEMENTS

Os autores agradecem à Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – INFRAERO por possiblitar o compartilhamento da experiência obtida no Projeto de Ampliação e Modernização do Terminal de Passageiros do Aeroporto de Montes Claros – MG.

## 1. INTRODUCTION

O “Building Information Modeling”, ou Modelagem da Informação da Construção, é uma metodologia que contempla processos, ferramentas, pessoas e políticas e, quando adotada da maneira adequada, apresenta potencial para gerar benefícios para a sociedade (SUCCAR, 2009).

Constatam-se no país, recentes marcos legais que exigem o uso do BIM. Em abril de 2021, a Lei de Licitação e Contratação, Lei nº 14.133 (2021), dispôs que nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação, deverá ser, preferencialmente, adotada a Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modelling* - BIM). Assim, pretende-se que as obras e serviços de engenharia a serem executadas ou contratadas pela Administração Pública, adote o BIM, visando melhorar a aderência ao cronograma de execução da construção, minimizar imprevistos e retrabalhos durante a construção, reduzir custos no desenvolvimento de projetos e de construções, dentre outros benefícios. Outro marco legal importante é o Decreto 10.306 (2020). Ele preconiza que os projetos a serem executados ou contratados pela Administração Pública Federal contemplem os usos BIM previstos no Decreto e estruturados nas datas de 2021, 2024 e 2028.

Uma ferramenta importante no que se refere a diretrizes para usos do BIM em um País, Estado ou região é o *BIM Mandate*. Ele pode ser definido como um conjunto de requisitos de troca e de entrega de informações estipulados por uma autoridade reconhecida (por exemplo, um Governo ou um Ministério) em um país ou estado/região. Esses Requisitos de Informações incluem o uso obrigatório de ferramentas e fluxos de trabalho BIM em projetos de tamanho/valor especificados ou a entrega de Ativos Digitais especificados em uma ou mais fases do Ciclo de Vida de Ativos (BIM DICTIONARY, 2023). Há, recentemente publicados no pais, alguns *BIM Mandates*, como: o Manual de Projetos Aeroportuários do Ministério da Infraestrutura (2021); o Caderno de Especificações de Projetos para Contratação de Projetos de Edificações do Governo do Estado do Paraná (2018), O Guia de Implantação e Implementação BIM do Governo de Santa Catarina (2022), dentre outros. Entretanto, em nenhum deles, há premissas para fiscalização baseada em BIM para projetos e obras públicas. A importância de conceber uma metodologia de fiscalização baseada em BIM é evidente. É importante citar que o uso do BIM em projetos e obras de engenharia pode representar ganhos significativos. Há dados que o potencial de economia de custos estimados para obras de engenharia de infraestruturas é por volta de 15% a 25% (BOSTON CONSULTING GROUP, 2016). No que se refere ainda ao uso do BIM em infraestrutura, destaca-se como promissor no país o uso do BIM em aeroportos.

Um aeroporto apresenta demandas diversas, quer seja nas etapas de concepção e de projeto, quer seja na construção, operação e manutenção do empreendimento. No que se refere à etapa de projeto, há disciplinas envolvidas relacionadas a projetos de engenharia de edificações e de infraestrutura. O processo de execução dos projetos precisa ser planejado de forma que as informações sejam disponibilizadas com confiabilidade e no momento adequado. A fim de elevar o desempenho do processo de desenvolvimento de projetos aeroportuários, proporcionando soluções com maior assertividade, elevação do potencial de gestão da informação e minimização de retrabalhos, o uso da metodologia *Building Information Modeling - BIM* tende a ser uma relevante opção. De acordo com Abbondati *et al.* (2019), o uso da metodologia BIM é essencial para desenvolver modelos inteligentes para construções e planejamento e gestão de projetos de infraestrutura. A modelagem BIM aplicada a projetos de infraestrutura, como de aeroportos, permite a inserção nos modelos de informações sobre materiais, certificações, procedimentos de manutenção e parâmetros estruturais e funcionais. Pesquisas têm demonstrado o uso do BIM em aeroportos como promissor (ALVAREZ ET AL., 2021; BIANCARDO ET AL., 2020; KESKIN E SALMAN, 2020)

Constata-se carência em relação a pesquisas e documentos que contemplem uma proposta de metodologia de uso do BIM aplicada à fiscalização de projetos e obras públicas. Percebe-se também que estudos

envolvendo casos práticos em relação ao uso do BIM em aeroportos são recentes, tais como os 3 primeiros casos de uso registrados: Aeroporto de Frankfurt na Alemanha em 2003, de Heathrow em Londres em 2004 e de Gatwick em Londres em 2010 (SHOOLESTANI ET AL., 2015; BUILDINGSMART UK, 2010; NEATH ET AL., 2014). O objetivo do artigo é apresentar uma Metodologia de Fiscalização Baseada em BIM aplicável a fiscalização de projetos e obras públicas. Esta metodologia foi adotada no Projeto e nas Obras de Modernização do Terminal de Passageiros do Aeroporto de Montes – Claros -MG. Serão detalhadas neste artigo a Metodologia utilizada, sua execução e seus resultados principais.

## 2 DIFERENCIAIS DO ESTUDO

O uso do BIM em aeroportos recente, verificam-se utilizações efetivas a partir dos anos 2010 (BUILDINGSMART UK, 2010; NEATH ET AL., 2014). Soma-se ainda que, de todos os artigos publicados sobre o uso do BIM em aeroportos, em nenhum deles são propóstos métodos para realizar a fiscalização de projetos e construções baseados em BIM. É importante destacar que, na maioria dos casos, operadoras aeroportuárias contratam serviços de engenharia em detrimento de executarem por meios próprios. Neste contexto, notam-se demandas significativas de estudos de referência em relação a fiscalização de serviços de engenharia aeroportuária. No que se referem à fiscalização de projetos e de obras na administração pública, apesar de haver no país alguns Manuais, não há estudos de caso que demonstrem como foram adotados os procedimentos, pautados em engenharia simultânea, para a execução de fiscalização de projetos e obras baseados em BIM. Este artigo é o primeiro no mundo que apresenta um estudo de caso de fiscalização de projetos e de obra pública de um Aeroporto. O estudo contempla a concepção e a execução de um método personalizado de fiscalização baseada em BIM.

O primeiro uso de BIM para aeroportos foi estudado por Robert Aish (1986), onde avaliou o desenvolvimento em fases do Terminal de Passageiros 3 do Aeroporto de Heathrow em Londres. Em 2010 o Aeroporto de Gatwick, em Londres, implementou o BIM objetivando a integração com os seus processos existentes e adotá-lo em todas as fases do ciclo de vida do empreendimento. O uso do BIM possibilitou ganhos significativos com relação aos entregáveis de projetos e à gestão de ativos no aeroporto (NEATH *ET AL.*, 2014). O Aeroporto Internacional de Denver iniciou o seu processo de implementação do BIM em 2010 com o seu projeto de Hotel. Desde então, institucionalizou o BIM e estendeu o seu uso a todas as fases do ciclo de vida de seus ativos (BALL, 2010).

Com relação a pesquisas envolvendo o uso do BIM em aeroportos há publicações recentes com abordagens direcionadas ao uso do BIM na fase de projeto, de construção e de manutenção e reforma. Alvarez *et al.* (2021) demonstraram estratégias, com o uso da metodologia BIM, para controlar e supervisionar reformas em pavimentos de pistas de pouso e decolagem. Biancardo et al. (2020) apresentaram soluções em BIM, realizadas em modelos de arquitetura e de estruturas, para pontes de embarque para as obras de ampliação de um Aeroporto. Keskin e Salman (2020) apresentam uma proposta para gerenciamento de aeroportos, baseada em BIM, que conecta as áreas clientes de um aeroporto com os seus requisitos operacionais.

## 3 PROJETOS E OBRAS DE AMPLIAÇÃO E REFORMA DO TERMINAL DE PASSAGEIROS DO AEROPORTO DE MONTES CLAROS -MG

As obras de modernização e ampliação do Terminal de Passageiros do Aeroporto de Montes Claros - MG iniciaram-se no primeiro semestre de 2020 e foram concluídas no segundo semestre de 2021. Envolveu a ampliação do terminal em ambas as extremidades (Figura 1c), reforma e modernização do terminal atual e mudança de sua arquitetura e instalações. As obras e os projetos foram contratados e fiscalizados pela Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - Infraero. O Consórcio RAC Engenharia e GEPLAN foi quem executou. Não havia no Contrato exigência de desenvolver os projetos e as obras em BIM,

entretanto a Contratada propôs o uso do BIM para a execução do Contrato.




**Figura 1 Terminal e áreas de ampliação.**



**Figura 2 Fachada do terminal de passageiros antes de sua modernização.**

## 4 METODOLOGIA BASEADA EM BIM PARA PROJETOS E OBRAS

A Metodologia foi concebida e executada pelos autores do artigo que, também, fizeram parte do Corpo Técnico de Fiscalização do Contrato para a fiscalização dos projetos e da obra. Foi necessário realizar um método de fiscalização baseado em BIM personalizado para elevar o desempenho do processo de fiscalização do contrato.

A Equipe de Fiscalização dos Projetos e das Obras avaliou o Contrato e realizou a seguinte reflexão: sabendo-se que os projetos e as obras serão desenvolvidos em BIM, por que na execução do Contrato, previsto na modalidade Contratação Integrada (projeto e obra), não poderia ser adotado o BIM de forma colaborativa, envolvendo Contratada e Fiscalização, durante o desenvolvimento dos processos de fiscalização? Seria relevante que a administração pública não atuasse apenas na ponta do processo, atuando após o recebimento dos entregáveis finais, mas que fosse desenvolvido um fluxo em que esta fosse coparticipe dos processos de desenvolvimento, contribuindo, revisando e agindo de forma proativa. Assim, tender-se-ia a lograr maior eficiência nos resultados finais, gerando produtos que melhor atendessem aos anseios da sociedade. No Brasil, é importante ressaltar, que o desenvolvimento do BIM ainda é um processo recente, de aproximadamente 10 a 15 anos. As Normas brasileiras em relação ao uso do BIM se encontram ainda em construção em um processo que se iniciou em 2010, culminando na Norma ABNT NBR 15965 – Sistema de classificação da informação da construção (2011), e apenas em 2022 entraram em vigor as Normas ABNT ISO 19650 Parte 1 e Parte 2 (2022). Nota-se a Revolução do uso do BIM que está em curso no país com a publicação de Normas, Decretos e Legislações determinantes para mudanças nos processos tradicionais da indústria da construção brasileira.

### 4.1 Metodologia de Fiscalização Baseada em BIM para Projetos de Engenharia na Administração Pública

A Metodologia baseia-se na utilização de ferramentas (infraestrutura de redes, softwares e hardwares), recursos humanos e processos. Ela foi materializada por meio de um estudo prático adotando-se como ferramenta tecnológica principal os softwares da Autodesk Revit e Navisworks Manage, ferramentas de modelagem e de verificação, respectivamente. Foi adotado também, como ferramenta de gestão de BCF - *BIM Collaboration Format*, o BIMcollab. Algumas soluções BIM podem ser destacadas:

Visualização do modelo tridimensional contendo todos os projetos complementares. Recurso fundamental para a melhor

visualização de todos os sistemas compatibilizados e promover a elevação do potencial de investigação proativa e fomento com relação a soluções de engenharia de forma multidisciplinar e integrada. A Fiscalização pôde fazer observações no modelo, antecipando questões de projeto antes da entrega formalizada;

Foram anexadas aos componentes do modelo tridimensional informações como endereços eletrônicos, imagens e especificações dos materiais e equipamentos para avaliação prévia da fiscalização. Assim, foi possível uma avaliação detalhada e prévia de todos os componentes e equipamentos propostos, incluindo propostas de equivalência técnica;

A Fiscalização pôde avaliar se havia conflitos entre os componentes geométricos e propriedades não gráficas. A fiscalização pôde, por ela mesma, gerar relatórios de interferências, contemplando, inclusive, avaliações especificas, por exemplo: determinado elemento estrutural com determinado elemento de uma outra disciplina;

A Fiscalização pôde acompanhar o cronograma físico da obra atrelado aos componentes tridimensionais (BIM 4D). Foi possível verificar e ajustar o planejamento da execução da obra se beneficiando pela interconexão entre o cronograma e os elementos tridimensionais e se antecipar a possíveis situações; dentre outras.

Neste contexto, o fluxo das atividades pode ser representado conforme Figura 3. Os profissionais, projetistas BIM da Contratada, que desenvolvem os modelos em suas disciplinas, encaminham os modelos IFC - *Industry Foundation Classes* - para o Coordenador BIM da Contratada. Este profissional realizava a validação dos modelos e dos processos de compatibilização. Havendo ainda ajustes, retornava para os autores dos projetos. Quando o processo de maturidade e desenvolvimento dos modelos atingisse um nível aceitável, antes da entrega oficial para a Fiscalização, encaminhava-se o Modelo Federado em formato nwd (Navisworks) para a Fiscalização avaliar. É justamente nesta etapa que a Fiscalização atuava de forma ativa durante o processo de desenvolvimento, não apenas após a entrega formalizada. Estes processos ocorreram de forma cíclica, visando aprimoramentos.

## 4.2 Metodologia de Fiscalização Baseada em BIM para Obras de Engenharia na Administração Pública

Avançada a fase de projeto, foi possível também estruturar ações para a melhoria do processo de fiscalização da obra. Neste contexto, por meio da ferramenta tecnológica Navisworks Manage (Autodesk) foi possível desenvolver o Planejamento e Controle da Obra baseado em BIM (BIM 4D). Estas ações são relevantes durante a obra, porém na transição projeto e obra também se destacam importantes soluções, como: a) a melhor verificação dos itens da Planilha de Serviços e Quantidades com o projeto para a elaboração do Termo de Referência para Contratação da Obra; b) avaliação do projeto de etapeamento mais eficiente, dentre outras. A seguir, destacam-se alguns benefícios relevantes no que tange à dimensão BIM 4D com a adoção da proposta de metodologia de Fiscalização BIM:

- Verificação da melhor compatibilidade do previsto na planilha de serviços e quantidades e no cronograma físico da obra;
- Avaliação do projeto de etapeamento de forma mais eficiente;
- Visualização das etapas da obra atreladas ao modelo tridimensional;
- Acompanhamento da obra em relação ao planejado e executado;
- Acompanhamento da obra com ações proativas (o potencial de ações proativas tende a se elevar com a fácil visualização dos processos);
- Adequações dos procedimentos operacionais em uma tipologia construtiva e operacional complexa (por exemplo: aeroportos) e desenvolvimento da obra. Este item foi fundamental, pois foi possível discutir com vários interessados, inclusive com aqueles que não são familiarizados com os aspectos técnicos de engenharia, sobre alternativas/soluções para aspectos operacionais imprevistos); dentre outras.

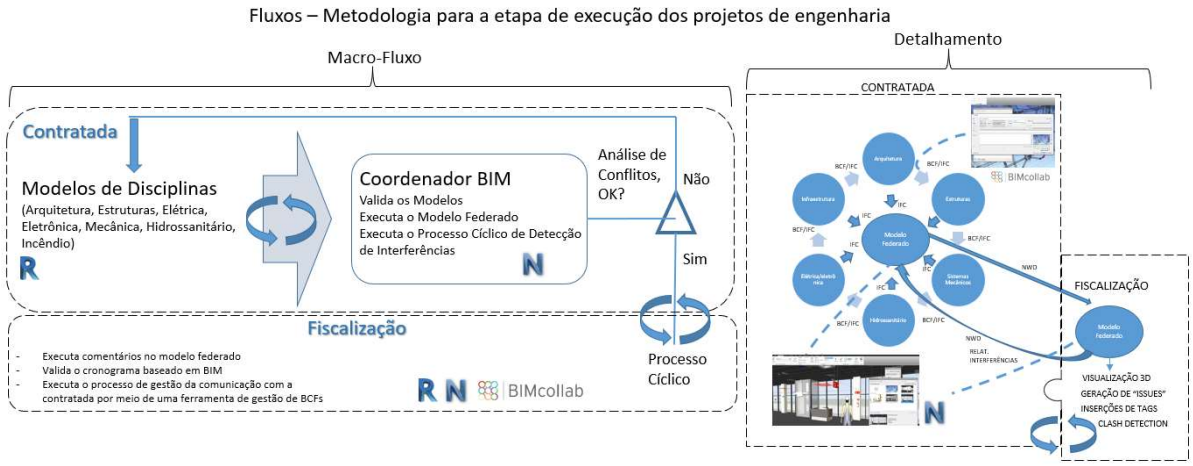



**Figura 3 Fluxos de atividade de acordo com a Metodologia de Fiscalização Baseada em BIM para Projetos de Engenharia na Administração Pública.**

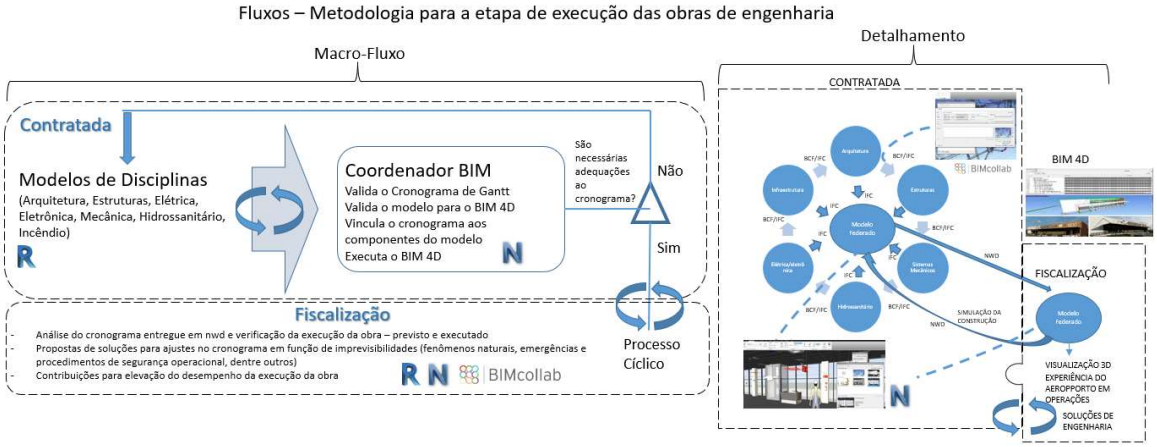



**Figura 4 Fluxos de atividade de acordo com a Metodologia de Fiscalização Baseada em BIM para Obras de Engenharia na Administração Pública.**

## 4.3 Soluções BIM Adotadas: Metodologia de Fiscalização Baseada em BIM para Projetos e Obras de Engenharia na Administração Pública

### 3.3.1 Programa de Capacitação

O primeiro passo para viabilizar o uso da Metodologia proposta foi conceber um programa de capacitação para a equipe de Fiscalização do Projeto e da Obra. Os projetistas e executores da obra contratados já conheciam as ferramentas tecnológicas necessárias, logo os maiores esforços de capacitação foram direcionados para a equipe de fiscalização. No que tange ao treinamento para a empresa contratada, foi restrita à apresentação da metodologia e a validação de sua utilização na prática. Para os treinamentos para a equipe de fiscalização, foram realizados treinamentos virtuais abordando o uso da Ferramenta Navisworks Manager da Autodesk e BIMcollab ajustados à teoria metodológica concebida. Uma das premissas fundamentais foram adotar as ferramentas tecnológicas que contratada e contratante já possuíam, que apresentassem uma adequada curva de aprendizagem e que a metodologia fosse de fácil assimilação considerando os diferentes níveis de maturidade BIM e de aptidão no uso de ferramentas tecnológicas da equipe de fiscalização. A Figura 5 apresenta algumas imagens das gravações dos treinamentos. Elas ainda poderão ser acessíveis para consulta de

acordo com o “QR Code” também apresentado na Figura 5.




**Figura 5 Treinamentos adotados para viabilização do uso da Metodologia de Fiscalização baseada em BIM.**

### 3.3.2 Uso de Realidade Aumentada para a Fase de Projeto

Um dos usos BIM fundamentais adotados na Metodologia de Fiscalização BIM foi o uso de realidade aumentada (Figura 6). Este uso foi adotado, tanto para a fase de projetos, tanto para a fase de construção. Para a fase de projetos, o uso foi fundamental para validação da proposta de fachada, para a melhor compreensão dos espaços internos e configuração de leiaute, para validação da proposta de etapeamento e para visualização do planejamento da execução de instalações. É possível visualizar os modelos tridimensionais antes da execução da construção, possibilitando prever como a construção ficará quando concluída. Foram utilizados dispositivos móveis, tais como celulares, pela equipe de fiscalização da obra, permitindo a visualização dos objetos projetados em escala real. O Software adotado foi o Augin.




**Figura 6 Uso de Realidade Aumentada na execução da Metodologia de Fiscalização baseada em BIM.**

### 3.3.3 Avaliação das Superfícies Livres de Obstáculos

É necessário contemplar em aeroportos projetos de superfícies imaginárias, tridimensionais, denominadas superfícies livres de obstáculos. Estas apresentam dimensões, configurações e inclinações específicas, conforme o código de referência do aeroporto. A fiscalização realizou a modelagem destas superfícies imaginárias visando avaliar o impacto em relação ao projeto do terminal de passageiros e em relação aos diversos componentes do aeródromo. Realizou-se a modelagem com o software Revit (Autodesk). Após isso, o modelo foi importado para o software Infraworks (Autodesk), ambiente integrador de sistemas de informações geográficas (SIG) e BIM, onde foi possível agregar precisão geográfica aos modelos. Assim, foi possível avaliar, com precisão, se havia elementos conflitantes com essas áreas de segurança.

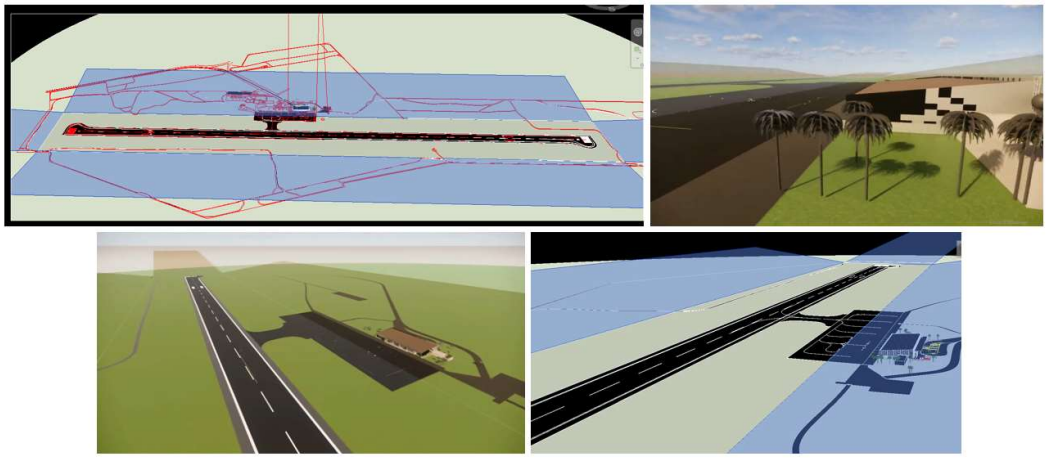


**Figura 7 Uso da modelagem das superfícies livres de obstáculos.**

### 3.3.4 Uso do BIM 4D

O uso do BIM 4D foi relevante, tanto para as atividades de projeto, tanto para as atividades de execução da obra. Para a etapa de projeto, foi importante para que a fiscalização melhor compreendesse a proposta de planejamento da execução da obra e pudesse, inclusive, propor adequações. As propostas de adequações eram executadas pela fiscalização no modelo disponibilizado em nwd (extensão da ferramenta Navisworks Manage - Autodesk). Como se tratava de uma obra em que o terminal de passageiros não poderia interromper sua operação, foi importante a participação e o entendimento do proposto pelas áreas de segurança e de operações do aeroporto a fim de propor as melhores soluções de engenharia integrada. Na etapa de execução, o BIM 4D foi fundamental para a fiscalização realizar o previsto e o executado.

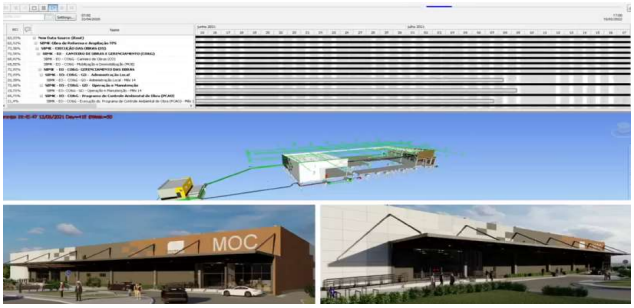



**Figura 8 Uso do planejamento e acompanhamento da execução da obra – BIM 4D.**

### 3.3.5 Comunicação Visual

O uso do BIM foi também fundamental para que uma proposta conceitual de comunicação visual fosse absorvida e executada pela Contratada. A fiscalização apresentou as referências que considerava relevante e a Contratada modelou os elementos podendo melhor demonstrar nas reuniões os resultados utilizando-se do Modelo Federado. Foi possível também disponibilizar o modelo para a fiscalização para que ela pudesse fazer a inclusão dos materiais de acabamento de acordo com o projeto, utilizando-se de uma ferramenta de renderização.




**Figura 9 Soluções de comunicação visual.**

### 3.3.6 Soluções Pontuais

Utilizando-se o modelo federado disponibilizado pela contratada, foi possível também que a Fiscalização realizasse avaliações e retornasse o modelo para a Contratada após a inserção de "*tags*" e geração de vistas com notificações. Verificações do impacto entre os componentes de fundação e instalações enterradas, entre equipamentos instalados na cobertura da edificação e superfície de transição e entre instalações no entreforro, são exemplos de avaliações que puderam ser potencializadas. Somam-se ainda soluções funcionais e estéticas para os gates de embarque e para o guarda corpo para apoio ao acesso ao embarque.




**Figura 10 Soluções de engenharia por meio do Modelo Federado.**

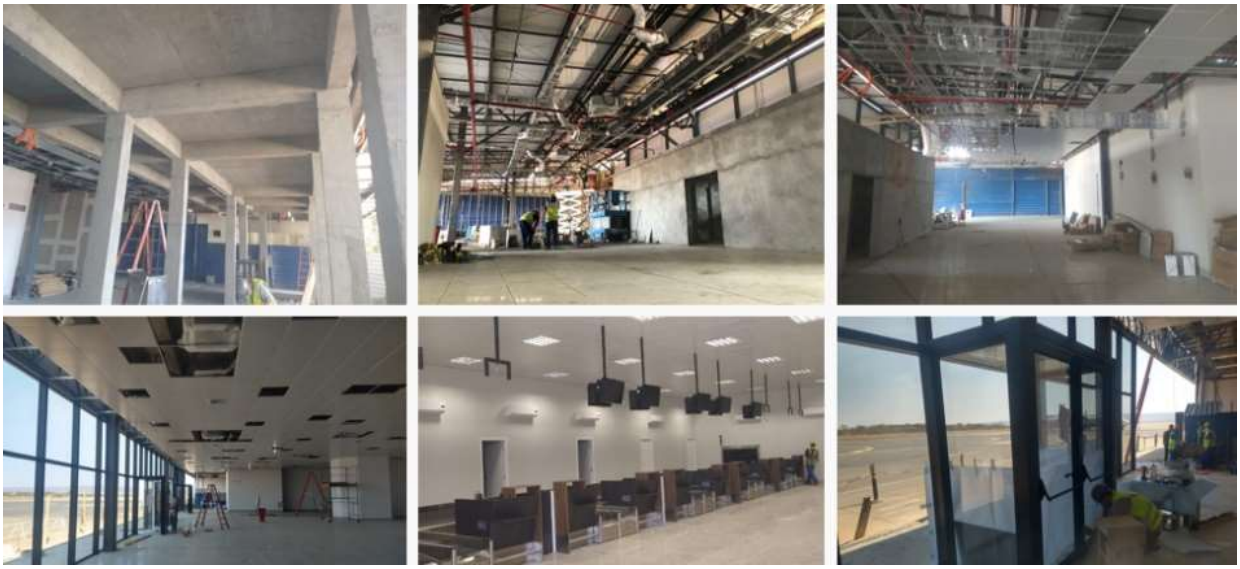


**Figura 11 Soluções de engenharia na prática.**

A adoção de "*tags*" nos componentes tridimensionais, contemplando situações a serem resolvidas, foi fundamental. Foi possível também incluir endereços de especificações técnicas contempladas na rede colaborativa, endereços eletrônicos de fabricantes, dentre outros que visam melhor avaliar, de forma preliminar ao envio oficial dos produtos, os itens propostos para anuência da Fiscalização.

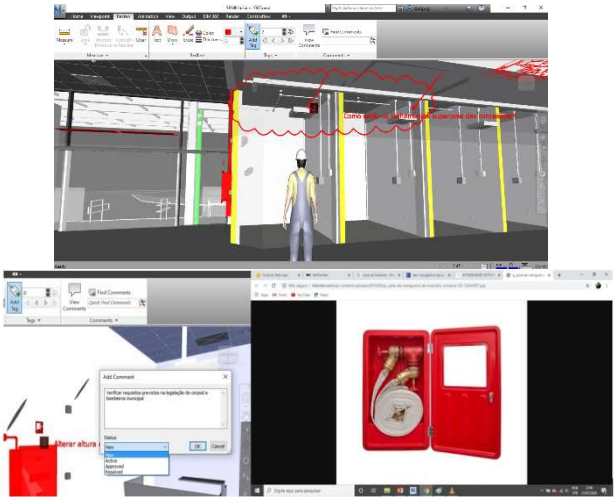


**Figura 12 Uso de ferramenta de verificação de modelos para inclusão de tags e vistas.**

### 3.3.7 Uso de Ferramenta de Renderização

Atualmente, em função do avanço tecnológico, é possível obter uma renderização do modelo BIM em tempo real. Assim, a fiscalização considerou utilizar ferramentas tecnológicas de renderização não apenas como um entregável, mas também para o processo de garantia da qualidade do modelo. Assim, nas reuniões entre os membros da fiscalização e reuniões conjuntas envolvendo contratada e contratante, foi utilizado também esse recurso. Por meio dele, podemos obter melhor entendimento dos modelos, verificar com maior exatidão inconsistências e trazer para a discussão os materiais de acabamento da edificação. É possível também, por meio do "QR code" acessa ao resultado final da renderização do modelo federado.

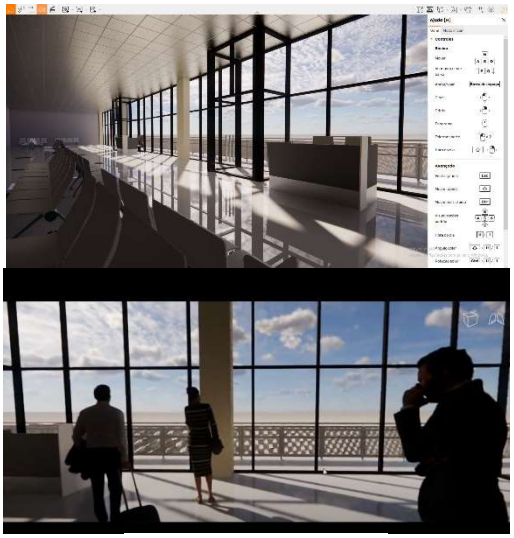


**Figura 13 Uso de ferramenta de renderização.**

### 3.3.8 Controle de Interferências

Um dos grandes benefícios foi incorporar na metodologia o processo de detecção de interferências entre disciplinas e elementos geométricos, já prevista na primeira fase do Decreto nº 10.306 (2020). Esta detecção foi realizada de forma preliminar ao envio dos documentos oficiais. Por meio da Figura 14, verifica-se que é possível gerar listas de conflitos e identificar cada interferência de forma isolada, classificando-a como nova, ativa, resolvida ou aprovada.

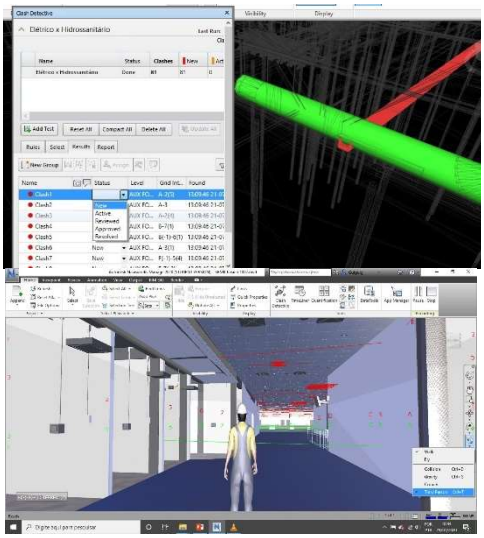


**Figura 14 Uso de ferramenta de verificação de modelos para detecção de conflitos.**

## 5 RESULTADOS

Com o uso da metodologia de fiscalização baseada em BIM para projetos e obras públicas foi possível: a) obter um melhor entendimento das questões expostas em reunião; b) melhor coordenação entre as análises e aprovações de projeto, pois a Contratante pôde melhor acompanhar o desenvolvimento do Projeto; c) elevação do potencial de colaboração da Contratante no projeto de etapeamento com sua expertise na área de engenharia aeroportuária e conhecimento dos aspectos regionais; d) menores revisões nos projeto, tendo em vista que as entregas ocorriam apenas após o esgotamento dos fluxos de análises e revisões nos modelos envolvendo contratada e contratante; d) menores interferências e imprevisibilidades durante a obra; e) o uso da realidade aumentada proporcionou uma melhor compreensão do projeto e elevação do potencial para garantia da qualidade dos modelos e soluções de engenharia, dentre outros benefícios.




**Figura 15 Empreendimento concluído.**

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pôde-se constatar, por meio do estudo de caso, que a proposta metodológica, além de pioneira no país, foi testada em projeto de grande relevância como foi o caso das obras de modernização do Terminal de Passageiros do Aeroporto de Montes-Claros – MG, empreendimento estratégico para o Estado de Minas-Gerais. Nota-se que é possível adotar estratégias de colaboração personalizadas e eficientes para o desenvolvimento dos projetos de engenharia e execução de obras, envolvendo contratada e contratante na administração pública, e obter inúmeros benefícios. É sabido que, a fase inicial de desenvolvimento dos projetos em BIM, é o período com maior potencial para que as tomadas de decisão impactem na economicidade e melhores soluções de engenharia para a construção. Soma-se a ainda que o processo de desenvolvimento dos modelos BIM e garantia da qualidade têm uma importância fundamental, muito maior que apenas a geração de entregáveis. Nestas duas fases, início do projeto e seu desenvolvimento, a metodologia aqui proposta cumpre um papel fundamental, principalmente nos casos em que há contratação integrada envolvendo projeto e obra e empreendimentos que deverão conciliar atividades operacionais, de segurança e de construções. Este estudo de caso é um referencial importante para adoção na administração pública e em empreendimentos em infraestrutura de transportes, além de outros setores da engenharia. Tratam-se de boas referências para gerar economicidade nas construções, redução de atrasos e obras paralisadas, menores impactos ambientais, desperdícios de materiais e insumos e elevação da segurança nas construções.

## REFERÊNCIAS

ABBONDATI ET AL. I-BIM for existing airport infrastructures. AIIT 2nd International Congress on Transport Infrastructure and Systems in a changing world (TIS ROMA 2019), 23rd-24th September 2019, Rome, Italy. Transportation Research Procedia, 45 (2020) 596– 603

AISH, R. Building Modelling: The Key to Integrated Construction CAD. Proc., International Symposium on the use of Computers for Environmental Engineering Related to Buildings, Bath, 1986

ALVAREZ ET AL. Opportunities in airport pavement management: Integration of BIM, the IoT and DLT. Journal of Air Transport Management 90 (2021)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Sistema de classificação da informação da construção. ABNT NBR 15965, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 19650-1: NBR ISO 19650-1 DE 05/2022 - Organização da informação acerca de trabalhos da construção - Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção - Parte 1: Conceitos e princípios. 1 ed. Brasil, 2022. 40 p.

BALL, M. “Denver’s Airport Expansion Primes a Push toward BIM for Facility Management” Informed Infrastructure, 2015 [Online]. Available: https://informedinfrastructure.com/6773/bim-for-denver-airport-expansion/?print=pdf. buildingSMART UK, “Investing in BIM Competence,” buildingSMART UK, Watford, 2010

BIANCARDO et al. BIM Approach for Modeling Airports Terminal Expansion Infrastructures 2020, 5, 41

BIM DICTIONARY. Building Information Modelling (BIM). Disponível em: < https://bimdictionary.com/en/bim-mandate/1/>. Acesso em: 24/03/2023.

BRASIL. Lei Federal n.º 14.133, de 1º de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília: Presidência da República, 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_At

o2019-2022/2021/Lei/L14133.htm. Acesso em: 06 set. 2022.
BRASIL. Decreto n. 10.306, de 02 de abr. de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Brasília, DF, 2020.
BIANCARDO ET AL. BIM Approach for Modeling Airports Terminal Expansion Infrastructures 2020, 5, 41 [8] B.
BOSTON CONSULTING GROUP, 2016. Digital in Engineering and Construction: The Transformative Power of Building Information Modeling, s.l.: Boston Consulting Group.
Caderno BIM: coletânea de cadernos orientadores : caderno de especificações técnicas para contratação e projetos em BIM – Edificações / coordenação: Lucimara Ferreira de Lima. - Curitiba, PR: Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística, 2018.
Guia de Implantação e Implementação BIM para Órgãos Públicos de Santa Catarina. Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade (2022)
KESKIN, B. Salman. Building Information Modeling Implementation Framework for Smart Airport Life Cycle Management Transportation Research Record 2020, Vol. 2674(6) 98–112
Manual de projetos aeroportuários [livro eletrônico] : volume único / [organização Marcio Maffili Fernandes, Leila Cristina Miateli Pires, Adriana Lima Rolim ; ilustração Gabriel Córdova]. -- 1. ed. -- Brasília, DF: Secretaria Nacional de Aviação Civil, 2021.
NEATH, S., et al., "Building Information Modelling in Practice: Transforming Gatwick Airport, U.K.," Proceedings of the Institution of Civil Engineering, Vol. 167, No. 2, 2014, pp. 61–87.
Penn State, BIM Project Execution Planning Guide, BIM Project Execution Planning buildingSMART alliance™ (bSa) Project, Computer Integrated Construction Research Group, University Park, Pa., 201
SHOOLESTANI, A., B. SHOOLESTANI, T. FROESE, and D.J. VANIER, "SocioBIM: BIM-to-End User Interaction for Sustainable Building Operations and Facility Asset Management," 5th International/11th Construction Specialty Conference, Vancouver, B.C., Canada, June 8–11, 2015
SUCCAR, B. (2009) Building Information Modelling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders. Automation in Construction, 18, 357-375.