ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

# Modelo federado BIM: proposta de processo e estudos de caso

## Federated BIM model: process proposal and case studies

**Rafael Barbosa Otranto**
Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | rafael.otranto@ime.eb.br
**Otto Araújo Nielsen**
Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | otto.nielsen@ime.eb.br
**Alexandre Justino Omine Fernandes**
Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | alexandre.omine@ime.eb.br
**Rebeca Alencar Rodrigues Moura**
Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | rebeca.alencar@ime.eb.br
**Giuseppe Miceli Junior**
Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | giuseppe.pged@ime.eb.br
**Cicero Roberto Garcez**
Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | garcez@ime.eb.br

### Resumo

O Setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) é essencial para o desenvolvimento da sociedade moderna, mas tem enfrentado uma queda de produtividade devido a processos fragmentados e produtos cada vez mais complexos. A metodologia BIM (*Building Information Modeling*) é vista como uma força transformadora capaz de melhorar a eficiência, a produtividade e os prazos na indústria. Este artigo explora os fundamentos da criação de Modelos Federados e propõe um modelo de processo inovador que utiliza diagramas SysML para mapear requisitos e processos. A proposta é validada através de dois estudos de caso envolvendo projetos de construção de diferentes usos. Os resultados mostram que a simplificação do processo de projeto reduz significativamente erros e retrabalhos, economiza tempo e recursos e melhora a qualidade das construções. Conclui-se que o uso de SysML no desenvolvimento de Modelos Federados em BIM aprimora a coordenação multidisciplinar e a eficiência dos projetos no setor AECO.

Palavras-chave: *BIM. Modelos Federados. SysML. Produtividade.*

### Abstract

*The Architecture, Engineering, and Construction (AEC) sector is essential for the development of modern society, but it has been facing a decline in productivity due to fragmented processes and increasingly complex products. The Building Information Modeling (BIM) methodology is seen as a transformative force capable of improving efficiency, productivity, and deadlines in the industry. This article explores the fundamentals of creating Federated Models and proposes an innovative process model that uses SysML diagrams to map requirements and processes. The proposal is validated through two case studies involving construction projects of different uses. The results show that simplifying the project process significantly reduces errors and rework,*

Como citar:
OTRANTO, R.; NIELSEN, O.; FERNANDES, A.; MOURA, R.; MICELI JUNIOR, J.; GARCEZ, C. Modelo federado BIM: proposta de processo e estudos de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

*saves time and resources, and improves construction quality. It concludes that the use of SysML in the development of Federated Models in BIM enhances multidisciplinary coordination and project efficiency in the AEC sector.*

*Keywords: BIM. Federated Models. SysML. Productivity.*

## INTRODUÇÃO

A indústria de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) desempenha um papel fundamental na economia global, pois é responsável pela construção e manutenção de infraestruturas críticas para o bem-estar social, como edifícios, pontes, estradas, sistemas de energia, entre outros. Além disso, gera emprego e rendimento em muitas partes do mundo, é um importante motor de crescimento econômico e continua a ter um impacto significativo no ambiente, com um grande potencial para reduzir a pegada de carbono e melhorar a sustentabilidade através da utilização de materiais de construção sustentáveis e de tecnologias verdes [1].

Um estudo conduzido por [2] revelou que a produtividade no setor de construção tem diminuído ao longo das últimas décadas, com uma queda média de cerca de 1% ao ano desde os anos 1970. Eles apontam que essa queda é um fator significativo que afeta o crescimento geral da produtividade da economia. Essa queda pode ser atribuída ao caráter tradicional da indústria da construção, que possui processos fragmentados entre a conceção e a produção, bem como a criação de produtos cada vez mais complexos com requisitos de desempenho mais rigorosos [3].

O BIM (*Building Information Modeling*) é uma metodologia de gestão da informação que utiliza um modelo digital para representar as características físicas e funcionais de um edifício ou infraestrutura ao longo do ciclo de vida do projeto [4]. Para o desenvolvimento deste modelo digital, prevê-se a colaboração e interação contínuas entre as várias equipes envolvidas ao longo do ciclo de vida dos ativos e, precisamente por isso, o BIM é apontado como uma forma de melhorar os processos e produtos da indústria da construção [5].

Como tal, o BIM pode ser considerado um marco, com sua adoção crescendo globalmente e novas áreas de pesquisa sendo atraídas para essa metodologia [6]. Um exemplo disso é o Modelo Federado, que resulta da combinação de múltiplos modelos BIM, como os de arquitetura, estrutura e instalações, em um ambiente virtual único. Compreender esse conceito é essencial para o fluxo de trabalho eficiente em BIM, permitindo a realização de diversas ações, como a coordenação de modelos e a compatibilização de projetos. Além disso, o Modelo Federado pode ser atualizado de modo síncrono mediante ajustes em qualquer modelo de autoria [7].

O mapeamento do fluxo de processos para a execução de um projeto delineia a sequência das atividades, destacando os postos-chave para tomada de decisão e as organizações envolvidas nas tarefas. Esse mapeamento identifica os responsáveis por cada atividade e especifica o nível de detalhamento dos documentos a serem gerados em cada etapa [8].

Para enfrentar a complexidade e a fragmentação dos processos no setor AECO, a aplicação da linguagem de modelagem SysML (*Systems Modeling Language*) surge como uma ferramenta eficaz. O SysML permite o mapeamento detalhado de requisitos, estruturas e comportamentos dos sistemas envolvidos, promovendo uma visão integrada e coerente do projeto. A integração de SysML com BIM, especialmente no desenvolvimento de Modelos Federados, potencializa a coordenação multidisciplinar e a eficiência dos projetos, facilitando a comunicação entre as partes

interessadas e minimizando erros [9]. Esta abordagem inovadora será explorada no presente trabalho, propondo um modelo de processo que incorpora SysML para a elaboração de Modelos Federados em BIM, validado através de estudos de caso.

## ENQUADRAMENTO TEÓRICO

### MODELO FEDERADO E INTEROPERABILIDADE

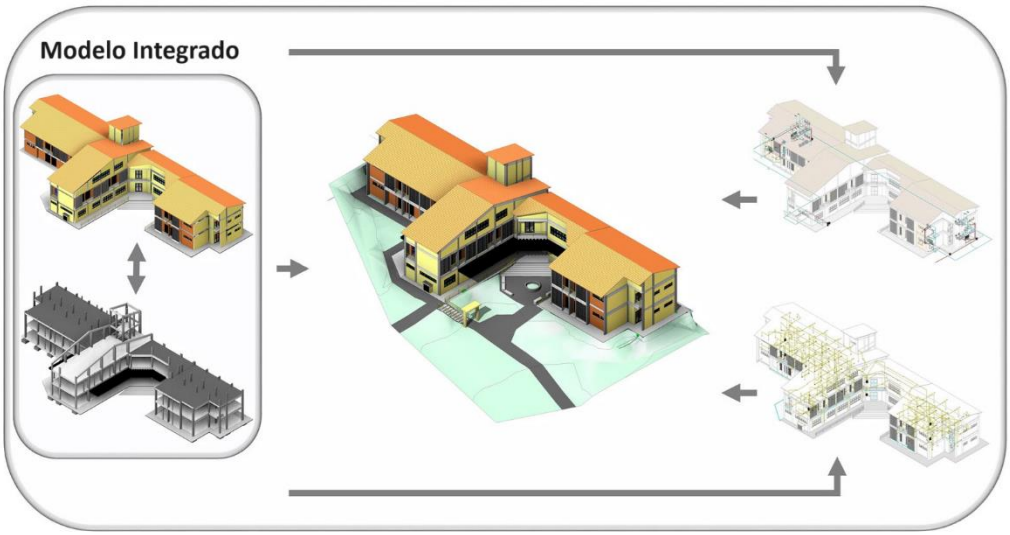
O conceito de Modelo Federado introduzido pelo BIM é um avanço significativo na indústria AECO, permitindo a integração de múltiplos modelos disciplinares em um ambiente virtual único, o que facilita a coordenação e a detecção de conflitos. No entanto, a complexidade e a fragmentação dos processos continuam a ser desafios. A linguagem de modelagem SysML oferece uma solução robusta para esse problema ao fornecer uma estrutura detalhada para o mapeamento de requisitos, estruturas e comportamentos dos sistemas.

O SysML é uma linguagem de modelagem genérica baseada em UML *(Unified Modeling Language*), adaptada para atender às necessidades da engenharia de sistemas [10]. Sua aplicação no contexto BIM permite criar diagramas que representam os requisitos do projeto, as interações entre os diferentes componentes do sistema e os fluxos de informações. Isso é especialmente útil na criação de Modelos Federados, onde a coordenação entre múltiplas disciplinas e a interoperabilidade entre diferentes ferramentas de *software* são cruciais.

A interoperabilidade no BIM é amplamente facilitada pelo uso de padrões abertos como o *Industry Foundation Classes* (IFC), que promovem a troca de informações entre diferentes plataformas de *software*. A utilização de SysML complementa essa abordagem ao fornecer uma estrutura clara para o desenvolvimento e a coordenação de modelos, melhorando a eficiência e a precisão do processo de projeto [10].

Ao integrar SysML com BIM no desenvolvimento de Modelos Federados, é possível mapear detalhadamente os requisitos e processos, facilitando a identificação de conflitos e a coordenação multidisciplinar. Estudos recentes indicam que essa integração não apenas melhora a qualidade dos projetos, mas também reduz significativamente o tempo e os custos associados ao retrabalho e à correção de erros [9].

**Figura 1: Módulos de projeto BIM**

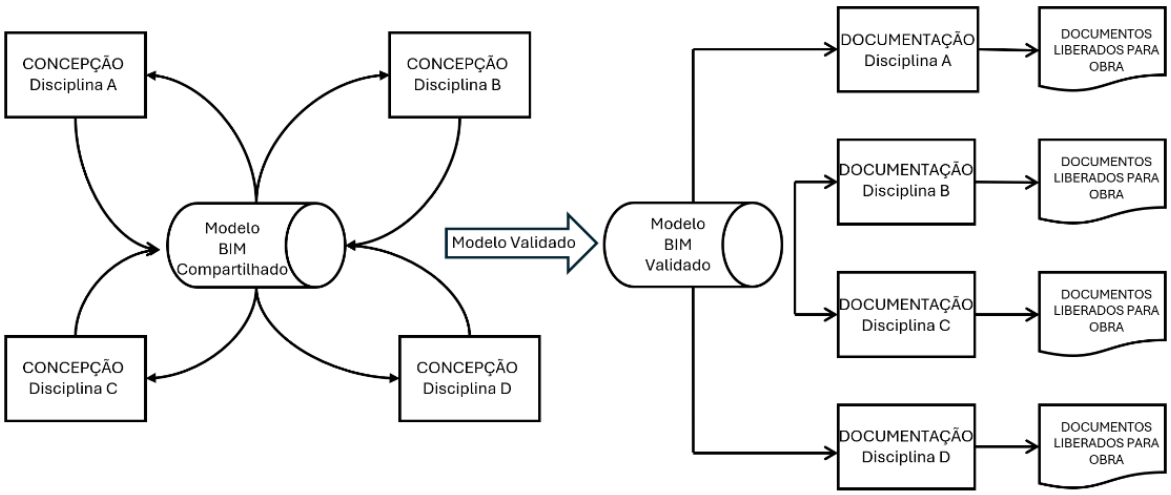



Fonte: Adaptado de [11].

## FLUXO DE TRABALHO

Outra grande distinção entre o BIM e o processo tradicional é o *Workflow* para o desenvolvimento de projetos, com o BIM (Figura 2), ao contrário do CAD, não há necessidade de esperar pela conclusão de uma disciplina para que outra comece a funcionar. As alterações e compatibilizações ocorrem em tempo real, garantindo que todas as modificações sejam refletidas em todos os modelos relacionados. Este método de trabalho em paralelo garante eficiência e reduz o retrabalho, uma vez que a documentação final é produzida apenas no final do projeto.

**Figura 2: Fluxo de trabalho BIM**




Fonte: [12].

Visualmente, o compartilhamento de informações no BIM é estruturado, centralizado e unificado, contrastando com o esquema descentralizado e disperso do CAD. Cada ajuste ou atualização no BIM é imediatamente perceptível por todos os envolvidos, o que atesta a natureza colaborativa e integrada da modelagem em BIM, centrada em torno do Modelo Federado.

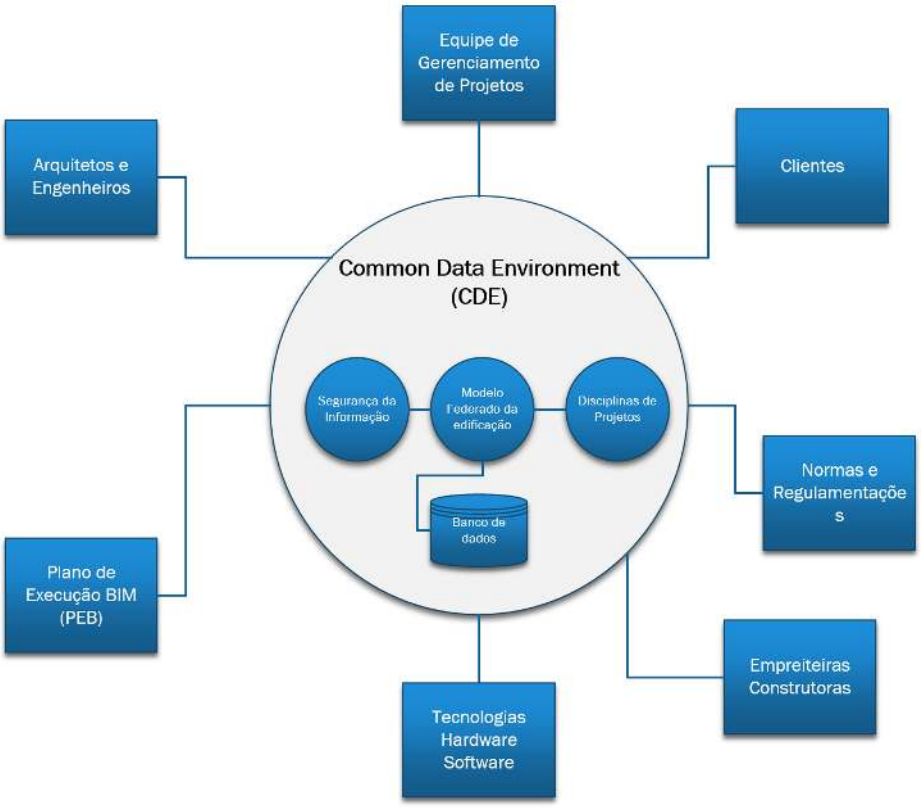
# METODOLOGIA

## DESENVOLVIMENTO DE MODELOS DE PROCESSO

Ao planejar a elaboração de um Modelo Federado em BIM para edifícios, a metodologia inspirada na engenharia de sistemas parte da definição clara de objetivos e requisitos. Utilizar um diagrama de requisitos SysML é o ponto de partida para capturar o que o sistema deve alcançar, abrangendo requisitos funcionais, não funcionais, de desempenho e de restrição. Essa clareza é fundamental, pois serve de base para o desenvolvimento subsequente e garante que o projeto esteja alinhado com as expectativas das partes interessadas (patrocinadores e/ou *stakeholders*).

Posteriormente, realiza-se uma avaliação do cenário por meio de um Esboço de Diagrama de Contexto, que descreve as interações entre o sistema BIM e elementos externos, incluindo diferentes sistemas e usuários. Entre as entidades externas identificadas, destacam-se: arquitetos e engenheiros; Plano de Execução BIM (PEB); tecnologias (*hardware* e *software*); empreiteiros/construtores; normas e regulamentos; clientes e equipe de gestão de projetos. No núcleo do diagrama, foram identificados os seguintes agentes: segurança da informação; modelo de construção federada; disciplina de projetos e banco de dados. Essas entidades são representadas na Figura 3.

**Figura 3: Esboço do diagrama de contexto**




Fonte: os autores.

### VALIDAÇÃO

Serão realizados dois estudos de caso, envolvendo a modelagem de dois edifícios, para validar o desenvolvimento deste modelo de processo.

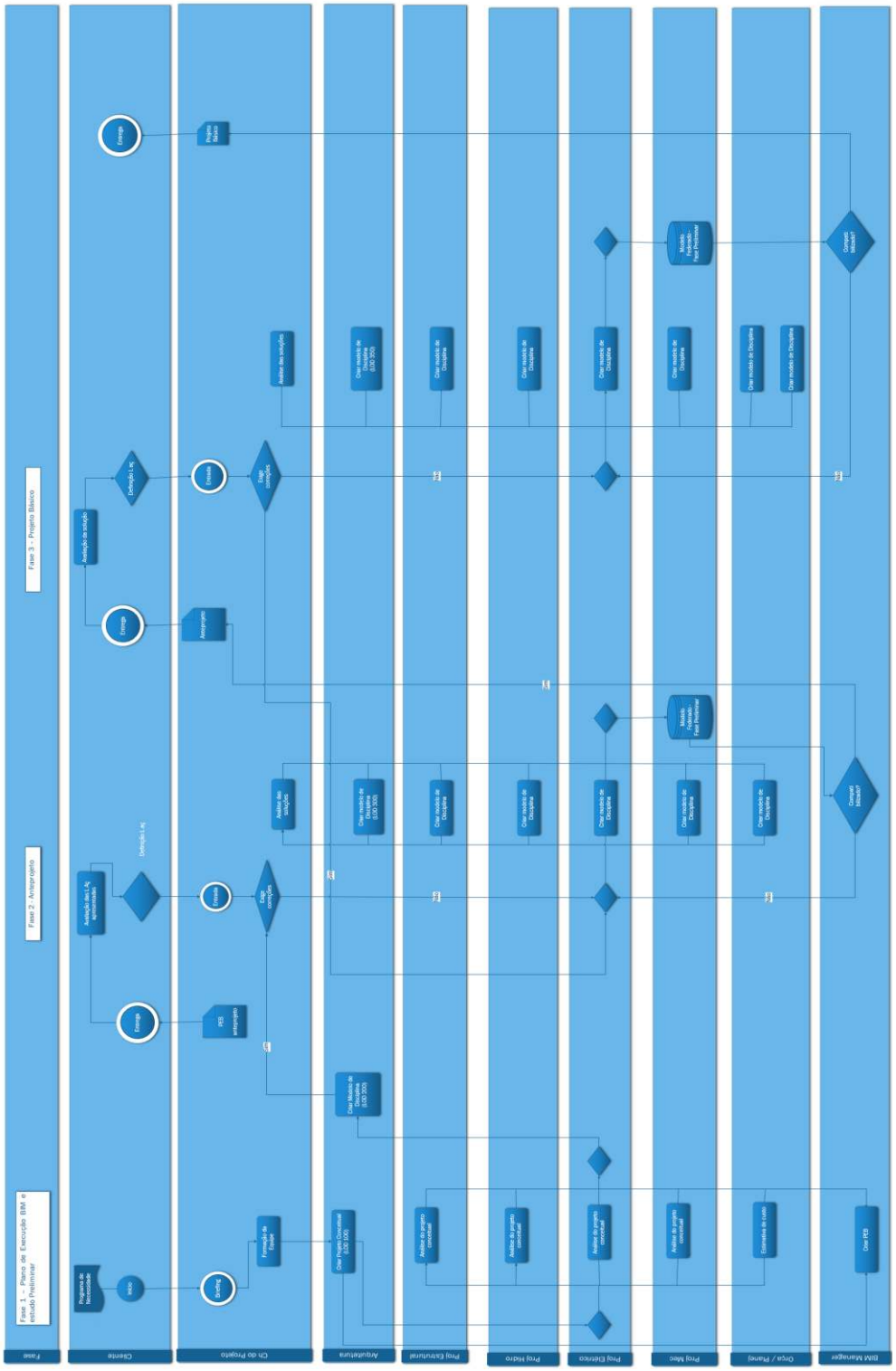
Na fase inicial de modelagem, o processo começará com a entrega do projeto de arquitetura elaborado por um arquiteto. A partir da definição do projeto arquitetônico, será elaborado o projeto estrutural. Após a conclusão do projeto estrutural, os sistemas hidrossanitários serão desenvolvidos. Nessa fase, a complexidade das redes de água e esgoto será projetada para garantir a eficiência e o cumprimento das normas de saúde e segurança. De forma análoga, a fase subsequente concentrar-se-á no projeto elétrico, planejando a distribuição de energia, iluminação e sistemas de comunicação do edifício. Tanto os projetos hidrossanitários quanto os elétricos serão meticulosamente integrados ao modelo global, garantindo a compatibilidade e eficiência de todas as estruturas.

O próximo passo envolve a compatibilização e detecção de conflitos. Esta é uma das fases mais críticas, em que o modelo será examinado para identificar qualquer sobreposição ou incompatibilidade entre os diferentes sistemas projetados. Neste ponto, as discrepâncias serão identificadas e resolvidas, evitando problemas futuros na fase de construção. Finalmente, com um modelo federado coeso e devidamente compatível, o processo de orçamentação será executado.

## CONSTRUINDO O MODELO DE PROCESSO DO MODELO FEDERADO

Com base nos dados da seção anterior, onde foram identificadas diversas informações, requisitos e fatores influenciadores, foi elaborado um modelo de processo a ser implementado para a elaboração de um Modelo Federado. Este modelo de processo, apresentado na Figura 4, será avaliado durante a realização dos estudos de caso. A Figura 4 pode ser acessada através deste link ou no *QR Code* da Imagem.

**Figura 4: Processo de elaboração do Modelo Federado**




Fonte: os autores.

## ESTUDOS DE CASO

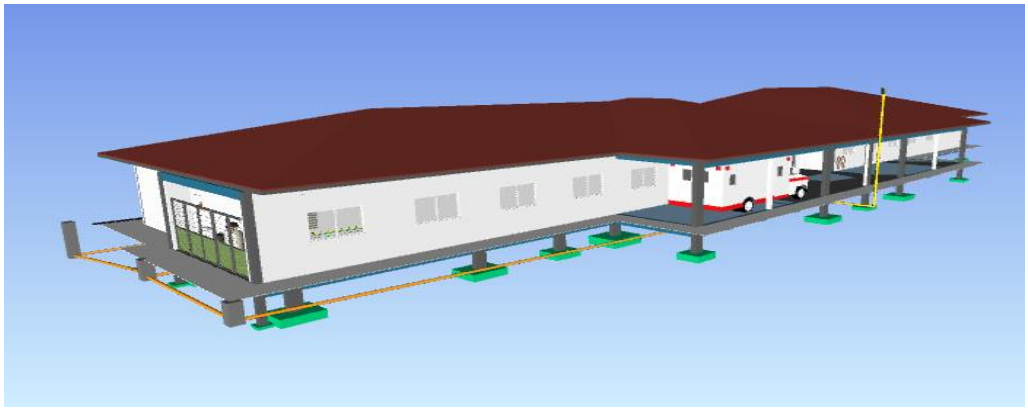
Os projetos selecionados para o estudo de caso são propostas para a reforma de edifícios de uma unidade militar na cidade do Rio de Janeiro. A primeira proposta consiste na renovação e ampliação de um auditório, conforme ilustrado na Figura 5, enquanto a segunda trata de um centro médico, conforme representado na Figura 6.

**Figura 5: Ampliação do Auditório**



Fonte: os autores.

**Figura 6: Estação Médica**



Fonte: os autores.

No contexto destas intervenções, o objetivo principal é implementar o uso do modelo de processo proposto para a elaboração do Modelo Federado das edificações, a fim de avaliar a sua eficácia.

No início dos trabalhos, foram seguidas algumas premissas fundamentais, como a adaptação e melhoria das instalações existentes para atender às necessidades específicas das unidades militares, garantindo maior eficiência e funcionalidade. No caso do auditório, a premissa é aumentar a sua capacidade sem comprometer a harmonia com os restantes edifícios envolventes, mantendo a integridade estética do local. No centro médico, além das disciplinas tradicionais, há a inclusão da disciplina de gases medicinais, visando disponibilizar atendimento médico mais completo e especializado aos militares e seus familiares.

Nos estudos de caso, vários *software* especializados foram utilizados para abordar as diferentes disciplinas envolvidas em projetos de infraestrutura, como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1: Ecologia das Ferramentas Adotadas**

| ECOLOGIA DE FERRAMENTAS | | | |
|---|---|---|---|
| **UTILIZAÇÕES PROPOSTAS DO MODELO** | **SOFTWARE & SUPORTE** | **RESULTADO FINAL** | **VERSÃO** |
| Modelação de condições existentes<br>Estimativas de Custos<br>Conceção e Projeto Arquitetónico<br>Revisão do design | **Revit** | .ifc, .dwg, .fbx, .pdf, formatos de imagem | 2021 |
| Análise local | **Infraobras** | .ifc, .dwg, .fbx, .pdf, formatos de imagem | 2023 |
| Análise e Projeto de Estruturas | **Revit**, Eberick | .ifc, .dwg, .fbx, .pdf, formatos de imagem | 2021 |
| Projeto de Instalações Elétricas, Dados e Voz, CFTV<br>Análise e Projeto Mecânico<br>Análise e Projeto Hidrossanitário | **Revit**, Construtor | .ifc, .dwg, .fbx, .pdf, formatos de imagem | 2021 |
| Coordenação e compatibilidade 3D (incluindo conformidade com normas)<br>Projeto de Sistemas de Construção<br>Planeamento da execução<br>Análise de Sistemas de Edifícios | ***Gerente do Navisworks***, MS Project | .nwc, .nwd | 2023 |
| Orçamento | **Orçamento** | *Aplicação Web* | - |

Fonte: os autores.

A implementação do modelo de processo para a elaboração do Modelo Federado das edificações seguiu uma abordagem baseada em dados e requisitos previamente identificados. A primeira etapa consistiu na entrega do projeto arquitetônico. Em seguida, foi desenvolvido o projeto estrutural, seguido pelos sistemas hidrossanitários e, finalmente, o projeto elétrico.

Após a conclusão dos projetos estruturais e de instalações, realizou-se uma verificação de compatibilidade e detecção de conflitos, considerada uma das fases mais críticas do processo. Nesta etapa, o modelo foi examinado para identificar qualquer sobreposição ou incompatibilidade entre os diferentes sistemas projetados. As discrepâncias identificadas foram resolvidas para evitar problemas futuros na fase de construção.

Com um modelo federado coeso e devidamente compatível, procedeu-se ao processo de orçamentação, garantindo a integração meticulosa dos projetos de canalização e elétricos no modelo global, assegurando a compatibilidade e eficiência de todas as estruturas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A modelagem federada em BIM oferece benefícios inegáveis, incluindo uma análise abrangente do ciclo de vida dos edifícios e a identificação precoce de problemas. Contudo, sua aplicação enfrenta desafios e limitações significativos. Um dos principais obstáculos é a falta de interoperabilidade entre os sistemas de referência de preços para orçamentação, o que dificulta a integração eficaz das informações e a realização de estimativas de custos precisas [13]. Além disso, a melhoria da automação ainda está em desenvolvimento, limitando a eficiência dos levantamentos quantitativos das obras durante a execução [14].

Outro ponto crítico é a necessidade de coordenação eficaz entre as diversas disciplinas envolvidas no processo de modelagem federada. Isso requer não só tecnologia adequada, mas também uma comunicação clara e uma compreensão compartilhada das orientações e expectativas ao longo do projeto. A falta de padronização e a divergência nas práticas entre as equipes podem prejudicar a eficácia da modelagem federada.

Além disso, a transição para a modelagem federada em BIM exige a adoção de tecnologias avançadas e a integração de diversos softwares de modelagem, o que representa um desafio, demandando investimento financeiro e capacitação dos profissionais envolvidos.

A incorporação do SysML no processo de modelagem federada em BIM demonstrou ser uma solução eficaz para muitos desses desafios. Utilizando diagramas SysML, foi possível mapear de maneira detalhada os requisitos e processos do projeto, proporcionando uma visão integrada e coesa. Esta abordagem facilitou a coordenação entre as diversas disciplinas, permitindo uma comunicação mais clara e uma melhor compreensão das expectativas do projeto. O SysML ajudou a padronizar processos, reduzir divergências nas práticas entre equipes e promover um entendimento comum das diretrizes ao longo do projeto.

A utilização do SysML também melhorou a precisão na identificação de conflitos e incompatibilidades entre diferentes sistemas, resultando em uma redução significativa de erros e retrabalhos. Essa precisão aumentada, combinada com a automação dos levantamentos quantitativos, proporcionou estimativas de custos mais precisas e eficientes.

O modelo de processo apresentado na Figura 4 mostrou-se eficaz na padronização e coordenação do processo de modelagem. A integração do SysML com o BIM estabeleceu um desempenho mais eficiente da equipe, garantindo que todas as partes envolvidas tivessem um entendimento comum das diretrizes e expectativas ao longo do projeto.

Em relação aos orçamentos de construção, a melhoria contínua da metodologia BIM, aliada ao uso do SysML, promete superar os desafios atuais de interoperabilidade. A maior automatização permitida por essa integração facilitará levantamentos quantitativos mais eficientes dos trabalhos em curso, proporcionando benefícios adicionais para a gestão de projetos.

Este estudo de caso destacou a importância da adoção do BIM e do SysML como ferramentas essenciais para a elaboração de modelos federados, mostrando que essa abordagem não só melhora a eficiência, mas também a precisão e a qualidade na indústria da construção.

## CONCLUSÃO

Os estudos de caso realizados neste trabalho mostraram que a implementação da modelagem federada, aliada à utilização da linguagem SysML, proporcionou benefícios substanciais. A capacidade de representar diferentes estados dos edifícios permitiu uma análise abrangente do ciclo de vida, resultando na detecção precoce de problemas e na economia de tempo e recursos.

A representação detalhada através de diagramas, disciplinas e coordenação eficaz resultou em uma redução significativa na interferência, minimizando erros e retrabalhos. O estudo culminou na criação de um modelo de processo abrangente que descreve o "Processo para a Elaboração de um Modelo Federado em BIM de Edifícios", representando uma contribuição relevante para a área, oferecendo orientação prática e visual para a criação de Modelos Federados em BIM.

O uso do SysML se destacou como uma ferramenta essencial para o mapeamento detalhado dos requisitos, estruturas e processos, facilitando a coordenação multidisciplinar e melhorando a precisão do projeto. A integração de SysML com BIM não só aprimorou a qualidade dos projetos, mas também reduziu significativamente o tempo e os custos associados ao retrabalho e à correção de erros, demonstrando ser uma abordagem eficaz para enfrentar a complexidade e a fragmentação dos processos no setor AECO.

Os principais benefícios observados incluem a melhoria na comunicação e coordenação entre as diferentes disciplinas envolvidas, a detecção precoce de conflitos e incompatibilidades, e a possibilidade de realizar análises mais precisas e detalhadas do ciclo de vida das edificações. Dessa forma, a modelagem federada em BIM, aliada ao uso do SysML, permitiu uma gestão mais eficiente dos projetos, resultando em um aumento da qualidade e da segurança das construções.

Com base nos resultados obtidos, recomenda-se a expansão da aplicação deste modelo de processo para outros tipos de projetos e contextos. Sugere-se um estudo direcionado à área da infraestrutura de transporte rodoviário, desenvolvendo um fluxo de trabalho análogo que considere as condições específicas deste setor.

A representação detalhada através de diagramas, disciplinas e coordenação eficaz resultou em uma redução significativa na interferência, minimizando erros e retrabalhos. O estudo culminou na criação de um modelo de processo abrangente que descreve o "Processo para a elaboração de um Modelo Federado em BIM de Edifícios", representando uma contribuição relevante para a área, oferecendo orientação prática e visual para a criação de Modelos Federados em BIM.

## REFERÊNCIAS


[1] CBIC. Colaboração e Integração BIM Parte 3. In: Coleção de implementação BIM para construtores e desenvolvedores. v. 3º. Brasília: CBIC, 2016a.

[2] GOOLSBEE, Austan; SYVERSON, Chad. The strange and awful path of productivity in the U.S. construction sector. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 2023. Working Paper Series, n. 30845. Disponível em: http://www.nber.org/papers/w30845. DOI: 10.3386/w30845. Acesso em: 21 jul. 2024.

[3] LEITE, K. P.; SILVA, L. T. da.; SOUSA, V. M. de. Projeto Colaborativo em BIM: análise de uma experiência acadêmica no curso de arquitetura e urbanismo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DE AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2022.

[4] SUCCAR, Bilal. Matriz de Maturidade do Modelo de Informação da Construção. Manual de Investigação em Modelação de Informação da Construção e Informática da Construção: Conceitos e Tecnologias. IGI, p.65-103, 2010.

[5] MELO, R. S. S. de; CHECCUCCI, Érica de S.; PEREIRA, A. P. C. II Workshop Online sobre Prática Integrada de Design BIM – UFBA. In: Encontro Nacional de Educação BIM, 3., 2021. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. pág. 1. DOI: 10.46421/enebim.v3i00.293.

[6] NIELSEN, Otto. MICELI JUNIOR, Giuseppe. PELLANDA, Paulo. Estudo da expansão da pesquisa em BIM a partir de palavras-chave: uma análise bibliométrica. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, 4., 2023a, Aracaju. Anais.

[7] RIBEIRO, Sandra Albino; BARBOSA, Edy Jones. Coordenadas em modelo BIM. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 3., 2021. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1. DOI: 10.46421/enebim.v3i00.303. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/article/view/303. Acesso em: 21 jul. 2024.

[8] MANENTI, E. M.; MARCHIORI, F. F.; CORRÊA, L. de A. Plano de execução BIM: proposta de diretrizes para contratantes e fornecedores de projeto. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 65-85, jan. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000100363. Acesso em: 25 jul. 2024.

[9] RASHID, R. F.; MORSE, M. M. Enhancing BIM with SysML for Interdisciplinary Collaboration. Journal of Construction Engineering and Management, 2023.

[10] FRIEDENTHAL, Sanford; MOORE, Alan; STEINER, Rick. A Practical Guide to SysML: The Systems Modeling Language. Morgan Kaufmann, 2014.

[11] DE SOUZA, M. P.; FIALHO, B. C.; FERREIRA, R. C.; FABRICIO, M. M.; CODINHOTO, R. Modelling and coordination of building design: an experience of BIM learning/upskilling. Architectural Engineering and Design Management, v. 19, p. 74-91, 2023. DOI: 10.1080/17452007.2021.1970506. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/17452007.2021.1970506?src=getftr. Acesso em: 20 jul. 2024.

[12] AMORIM, S. R. L. de. Gestão e coordenação de projetos BIM. 2. ed. Rio de janeiro: GEN LTC, 2023.

[13] MOURA, Rebeca. NIELSEN, Otto. MICELI JUNIOR, Giuseppe. PELLANDA, Paulo. Planilha automatizada para classificação de insumos e composições do SINAPI de acordo com NBR15965. SBPQ, 2023, Anais.

[14] FERNANDES, Alexandre. NIELSEN, Otto. MICELI JUNIOR, Giuseppe. PELLANDA, Paulo. Análise bibliométrica da pesquisa sobre levantamento quantitativo de obras em execução utilizando BIM. SBPQ, 2023, Anais.