

APLICAÇÃO DE MODELOS BIM-IFC PARA PLANEJAMENTO E SIMULAÇÃO 4D DA EXECUÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO PÚBLICA

MAIHARA PAULA DE FARIA GOMES¹; LUCAS ANDRADE NUNES²; GUILHERME PALLA TEIXEIRA³; LORENA ANDRADE NUNES PEDROSA⁴

¹Engenheira Civil pelo Centro Universitário FAMINAS, E-mail: maiharafariagomes@gmail.com

²Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa, Professor do Centro Universitário FAMINAS, E-mail: lucas.a.nunes@ufv.br

³Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa, Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, E-mail: g.palla@cefetmg.br

⁴Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Juiz de Fora, Professora do Centro Universitário FAMINAS, E-mail: lorenaandradesfg@gmail.com

RESUMO

A construção civil enfrenta recorrentes problemas de atraso, especialmente em obras públicas, muitas vezes associados à falta de planejamento adequado e à baixa integração entre disciplinas de projeto. Nesse contexto, o uso do BIM, aliado à simulação 4D, tem se mostrado uma alternativa promissora para melhorar a coordenação entre projetos e o planejamento da execução. Assim, este estudo teve como objetivo investigar a aplicação de modelos BIM-IFC na simulação da execução de uma Unidade Básica de Saúde, utilizando o software *Navisworks* para detecção de interferências e planejamento 4D. Para a realização do estudo, foram utilizados os modelos IFC correspondentes às disciplinas arquitetônica, estrutural e hidrossanitária, disponibilizados pelo Governo Federal no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Os modelos apresentaram, em sua maioria, elementos corretamente classificados, o que favoreceu a federação e a análise dos projetos. As verificações de interferência identificaram conflitos de menor e maior importância, reforçando a necessidade de compatibilização prévia antes da execução. A simulação 4D foi desenvolvida a partir da definição da sequência construtiva, elaboração do cronograma em planilha e vinculação das atividades aos elementos do modelo. As análises indicam que o Nível de Desenvolvimento dos elementos influencia diretamente o nível de detalhamento possível na simulação, e que a organização dos elementos por classe e por nível facilita a atribuição das tarefas no *Navisworks*. Entre as recomendações apresentadas, destacam-se a definição clara de requisitos de informação, a modelagem adequada dos elementos necessários ao planejamento (incluindo elementos provisórios) e a padronização de nomenclaturas e classificações. O estudo contribui para o entendimento dos fatores que influenciam a simulação 4D e reforça a relevância do uso de modelos IFC para apoiar o planejamento de obras públicas.

Palavras-chave: Industry Foundation Classes; Modelagem da Informação da Construção; openBIM; Projetos multidisciplinares.

APPLICATION OF BIM-IFC MODELS FOR PLANNING AND 4D SIMULATION OF THE EXECUTION OF A PUBLIC BUILDING

ABSTRACT

The construction industry frequently faces delays, particularly in public works projects, which are often linked to a lack of proper planning and poor coordination among design disciplines. In this context, the use of BIM, combined with 4D simulation, has proven to be a promising alternative for improving coordination between design phases and construction planning. Thus, this study aimed to investigate the application of BIM-IFC models in simulating the construction of a Basic Health Unit, using *Navisworks* software for clash detection and 4D planning. To conduct the study, IFC models corresponding to the architectural, structural, and plumbing disciplines were utilized, made available by the Federal Government under the Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). The models mostly contained correctly classified elements, which facilitated the federation and analysis of the projects. The clash detection identified conflicts of minor and major importance, reinforcing the need for prior coordination

before execution. The 4D simulation was developed based on the definition of the construction sequence, the creation of a schedule in a spreadsheet, and the linking of activities to the model elements. The analyses indicate that the development level of the elements directly influences the level of detail achievable in the simulation, and that organizing the elements by class and level facilitates task assignment in Navisworks. Among the recommendations presented, the following stand out: a clear definition of information requirements, appropriate modeling of the elements necessary for planning (including provisional elements), and the standardization of nomenclatures and classifications. The study contributes to the understanding of the factors that influence 4D simulation and reinforces the relevance of using IFC models to support public works planning.

Keywords: Industry Foundation Classes; Building Information Modeling; openBIM; Multidisciplinary projects.

1 INTRODUÇÃO

A metodologia BIM (*Building Information Modeling*) tem transformado a forma como o setor da AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação) projeta, executa e gerencia seus empreendimentos. Fundamentada na modelagem paramétrica, na interoperabilidade de dados e na colaboração entre agentes, essa abordagem permite maior integração entre disciplinas e fornece uma base digital robusta para apoiar decisões ao longo de todo o ciclo de vida da construção (Eastman *et al.*, 2018).

No contexto brasileiro, a adoção do BIM tem avançado de forma gradual, impulsionada por políticas públicas, como a Estratégia BIM BR (Decreto Nº 11.888), e pela necessidade de modernizar processos de contratação e execução de obras, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela nova Lei de Licitações (Lei Nº 14.133). Apesar dos benefícios reconhecidos, como maior precisão dos projetos, redução de retrabalhos e melhor gestão das informações, sua implementação ainda enfrenta desafios significativos. Entre eles, destacam-se a carência de profissionais capacitados, a resistência à mudança, o custo das ferramentas e a dificuldade de garantir interoperabilidade entre diferentes plataformas e sistemas (Souza, 2023).

Paralelamente, obras públicas no Brasil enfrentam elevados índices de atrasos, paralisações e incompatibilidades entre projetos, problemas frequentemente associados à falta de planejamento adequado, falhas na comunicação entre equipes e ausência de informações confiáveis para tomada de decisão. Nesse cenário, a aplicação do BIM pode contribuir diretamente para mitigar essas questões, especialmente por meio da simulação 4D, que consiste na integração da dimensão temporal (tempo) ao modelo tridimensional (3D), permitindo visualizar a evolução da construção ao longo do tempo em ambiente virtual (Silva; Crippa; Scheer, 2019).

A simulação 4D destaca-se como um uso BIM capaz de antecipar conflitos temporais, prever gargalos de execução, melhorar o sequenciamento das atividades e contribuir para maior eficiência na gestão de obras públicas. Entretanto, sua efetividade depende da qualidade dos

modelos, do nível de detalhamento adotado e da correta estruturação dos dados exportados em IFC, padrão fundamental para garantir interoperabilidade em ambientes que utilizam múltiplas ferramentas.

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a aplicação de modelos BIM-IFC na simulação da sequência construtiva de uma Unidade Básica de Saúde, identificando fatores que influenciam o planejamento 4D e apresentando medidas para aprimorá-lo. A escolha da UBS justifica-se por sua relevância no contexto das obras públicas brasileiras e pela disponibilidade de modelos IFC padronizados. Além disso, a edificação apresenta complexidade adequada para a análise de interferências entre disciplinas e para a simulação da sequência construtiva no planejamento 4D.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Building Information Modeling*

O BIM representa uma mudança significativa no setor da AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação) ao integrar processos, políticas e tecnologias para gerenciar informações digitais ao longo de todo o ciclo de vida de uma construção (Succar, 2009). Diferentemente do CAD (*Computer-Aided Design*), que se baseia predominantemente na representação geométrica por meio de linhas e formas, o BIM utiliza modelos orientados a objetos, nos quais os elementos construtivos são associados a atributos informacionais (geométricos e não geométricos), como propriedades físicas, materiais e funcionais (AGCA, 2005). Essa abordagem contribui para minimizar conflitos de projeto, aumentar a eficiência e melhorar a precisão de orçamentos e planejamentos.

Projetos desenvolvidos apenas em CAD permanecem suscetíveis a inconsistências, especialmente em obras públicas, onde falhas de compatibilização podem gerar atrasos, retrabalhos e custos adicionais. O BIM, ao contrário, permite detecção automática de interferências e maior integração entre equipes (Eastman *et al.*, 2018). Contudo, sua implementação exige alinhamento entre disciplinas, incorporação consistente de informações desde as fases iniciais e superação de resistências relacionadas à adoção de novas tecnologias.

O acrônimo BIM pode representar tanto o processo de modelagem e gestão da informação (*Building Information Modeling*) quanto o produto resultante desse processo, o Modelo de Informação da Construção (*Building Information Model*). Neste segundo sentido, o BIM corresponde a uma representação digital da edificação, reunindo características físicas e funcionais em um modelo paramétrico e orientado a objetos (NIBS, 2007).

O BIM como modelo funciona como um repositório de dados, permitindo que informações relevantes, como geometria, materiais, custos, cronograma, especificações técnicas e dados de operação, sejam centralizadas e atualizadas ao longo de todo o ciclo de vida da construção. Assim, o modelo não é apenas uma representação tridimensional: embora todo BIM seja 3D, nem toda modelagem 3D pode ser considerada BIM, pois somente modelos com informações associadas e estrutura orientada a objetos atendem a esse conceito (DNIT, 2018).

Sua natureza paramétrica garante consistência entre as diferentes vistas. Alterações realizadas em um objeto, como modificar o tipo ou a dimensão de uma janela, são automaticamente refletidas em todas as instâncias e vistas do projeto, reduzindo erros e proporcionando maior eficiência quando comparado ao fluxo tradicional baseado em CAD, no qual atualizações devem ser feitas manualmente (Eastman *et al.*, 2018).

2.1.1 Interoperabilidade e o padrão IFC

A interoperabilidade refere-se à capacidade de dois ou mais sistemas trocarem informações entre si e utilizá-las (Eastman *et al.*, 2018). No contexto do BIM, essa capacidade é fundamental para garantir que diferentes plataformas e disciplinas possam colaborar utilizando dados consistentes ao longo do ciclo de vida do empreendimento.

O esquema de dados IFC é um padrão internacional aberto desenvolvido para viabilizar a troca de informações entre os diversos participantes do setor da construção e de gerenciamento de instalações (ISO 16739-1, 2024). Amplamente estudado por pesquisadores e especialistas (Lee; Eastman; Solihin, 2018), o IFC foi concebido para estabelecer um modelo de dados neutro e abrangente (Eastman *et al.*, 2018), contendo definições genéricas e extensíveis que permitem representar objetos, propriedades, geometrias, processos e relacionamentos (Venugopal *et al.*, 2012; Liebich; Wix, 1999; Khemlani, 2004).

Por ser um esquema bastante amplo, não há necessidade de que os desenvolvedores implementem o IFC em sua totalidade (Van Berlo, [s.d.]). Para esse fim, são utilizados os *Model View Definitions* (MVDs), que especificam subconjuntos do IFC voltados a usos específicos (Hietanen, 2006; Wix; Karlshøj, 2010). Um MVD define quais entidades, atributos e propriedades devem ser considerados por um software em processos de exportação e importação, possibilitando certificações específicas emitidas pela *buildingSMART International* (bSI, [s.d.]). Mais do que um subconjunto do esquema, um MVD redefine como o IFC é usado em um determinado contexto (bSI, [s.d.]).

O *Coordination View* foi o primeiro MVD oficial amplamente adotado pelos softwares BIM, destinado à coordenação entre arquitetura, estrutura e instalações (Pinheiro *et al.*, 2018;

Häfele; Geiger; Liebich, 2013). Com o IFC 4, foi introduzido o *Reference View*, voltado para fluxos de trabalho baseados em modelos de referência, geralmente com troca de informações predominantemente unidirecional (bSI, [s.d.]).

2.1.2 Planejamento 4D

O planejamento 4D consiste na associação de informações temporais ao modelo tridimensional, vinculando atividades do cronograma aos elementos geométricos da construção (Wang; Chien, 2014). Essa integração permite visualizar a obra no tempo e no espaço, facilitando a compreensão da sequência executiva e permitindo identificar erros e potenciais conflitos antes da fase de construção (Brito; Ferreira, 2015).

A partir de uma revisão de diversos estudos, Silva, Crippa e Scheer (2019) identificaram desafios e benefícios relacionados à aplicação do BIM 4D. Entre os principais desafios estão: a dificuldade de implementação da tecnologia, os custos associados ao treinamento e à infraestrutura, a ausência de dados padronizados e a necessidade de intervenções manuais para integrar diferentes softwares. Em contrapartida, destacam-se como benefícios a otimização do processo construtivo, a redução de retrabalho, a melhoria do cronograma, a identificação antecipada de incompatibilidades, a diminuição do tempo total de obra e o aprimoramento da gestão de recursos.

De forma geral, o planejamento 4D se mostra uma ferramenta poderosa para apoiar a tomada de decisão e aumentar a previsibilidade da execução, contribuindo para obras mais eficientes e melhor coordenadas.

3 DESENVOLVIMENTO

Este trabalho teve como objetivo testar a aplicação de modelos BIM em IFC no planejamento da sequência construtiva de uma edificação pública, especificamente uma Unidade Básica de Saúde (UBS). Para isso, foram utilizados projetos multidisciplinares disponibilizados pelo Governo Federal no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC).

Conforme exposto na Figura 1, o trabalho foi realizado em cinco etapas principais, compreendendo a seleção e análise dos dados dos modelos IFC, a análise da representação dos objetos em IFC, a federação e verificação de interferências, a definição da sequência construtiva e, por fim, a simulação 4D.

Figura 1 – Etapas do trabalho



Fonte: Autores (2026).

3.1 Seleção dos modelos IFC

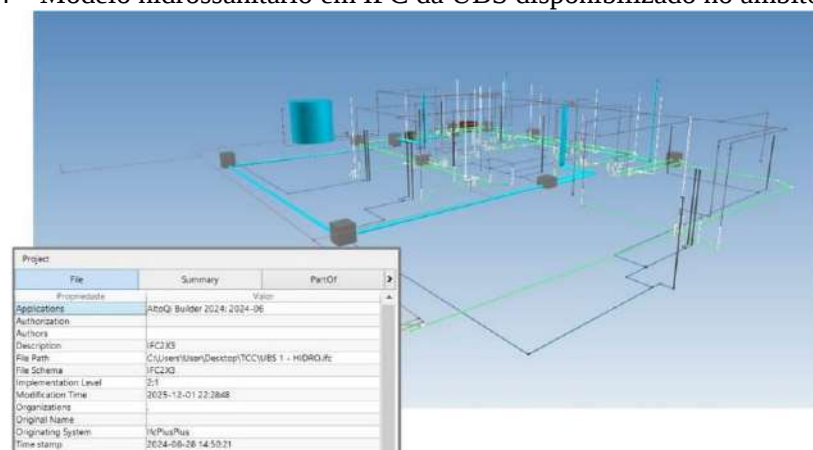
A seleção dos modelos considerou critérios relacionados ao objetivo do estudo. Foram adotados modelos IFC de uma mesma edificação pública, disponibilizados pelo Governo Federal (Brasil – Ministério da Saúde, [s.d.]), garantindo consistência entre as disciplinas e adequação ao contexto de obras públicas. Foram selecionados os modelos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário, por apresentarem elevado potencial de interferências entre si, o que evidencia a necessidade de compatibilização.

Figura 3 – Modelo estrutural em IFC da UBS disponibilizado no âmbito do PAC



Fonte: Autores (2026), a partir de modelo IFC disponibilizado pelo Governo Federal (PAC).

Figura 4 – Modelo hidrossanitário em IFC da UBS disponibilizado no âmbito do PAC

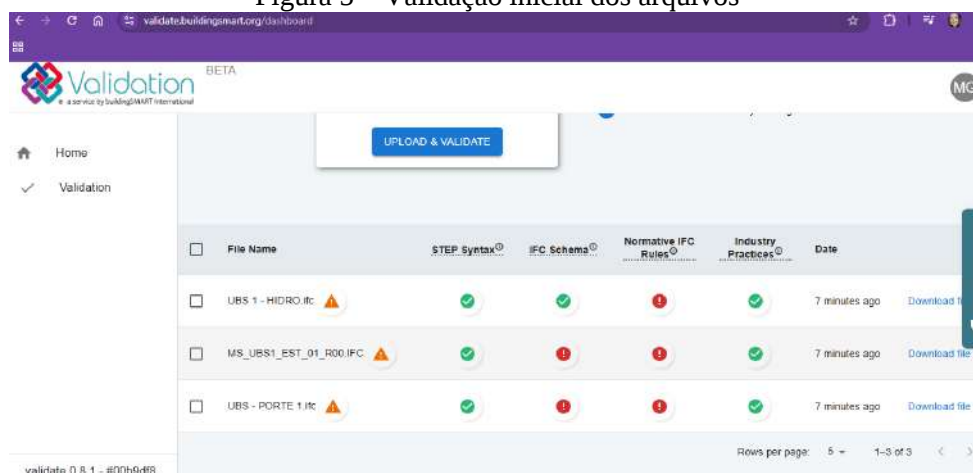


Fonte: Autores (2026), a partir de modelo IFC disponibilizado pelo Governo Federal (PAC).

3.2 Validação dos arquivos

Os modelos foram submetidos à ferramenta de validação da *buildingSMART* (Figura 5). Todos apresentaram conformidade com o esquema IFC 2x3, embora tenham sido identificadas não conformidades com regras normativas, sem impacto para a simulação.

Figura 5 – Validação inicial dos arquivos



Fonte: Autores (2026).

3.3 Federação e verificação de conflitos

Os modelos foram federados no *Autodesk Navisworks*, que permitiu identificar interferências entre elementos arquitetônicos, estruturais e hidrossanitários. Foram criadas regras específicas com base em classes IFC, como *IfcColumn*, *IfcBeam*, *IfcSlab*, *IfcFlowSegment* e *IfcFlowFitting*. Mostra-se na Figura 6 a federação dos três modelos no ambiente do software.

Figura 6 – Modelos integrados no Navisworks



Fonte: Autores (2026), a partir de modelos disponibilizados pelo Governo Federal (PAC).

A análise de interferências evidenciou a importância da correta classificação dos objetos em suas respectivas entidades IFC, uma vez que essa categorização determina sua seleção no *Navisworks* e a precisão das regras de verificação de conflitos. Elementos classificados de forma inadequada podem comprometer a análise.

3.4 Sequência construtiva, preparação do cronograma e vinculação 4D

A sequência construtiva foi estruturada considerando práticas usuais de execução, incluindo as etapas de fundações e instalações enterradas, superestrutura (pilares, vigas e lajes), alvenarias e fechamento, instalações, cobertura e acabamentos.

Para organizar a simulação 4D, cada elemento do modelo BIM foi associado a uma atividade do cronograma. O cronograma foi inicialmente estruturado em uma planilha Excel (Figura 7) e, em seguida, exportado no formato CSV para possibilitar sua importação no *Autodesk Navisworks*.

Figura 7 - Dados de cronograma organizados no Excel

	A	B	C	D	E
	Name	Planned start	Planned end	task type	Shynchroni
1					
2	Footing - Térreo	02/01/2026	15/01/2026	Construct	10
3	Column - Térreo	16/01/2026	20/01/2026	Construct	3
4	Beam - Térreo	21/01/2026	29/01/2026	Construct	7
5	Flow Terminal - Térreo	30/01/2026	02/02/2026	Construct	2
6	Flow Storage Device - Térreo	03/02/2026	09/02/2026	Construct	5
7	Flow Segment - Térreo	10/02/2026	20/02/2026	Construct	7
8	Flow Moving Device - Térreo	23/02/2026	24/02/2026	Construct	2
9	Flow Fitting - Térreo	25/02/2026	25/02/2026	Construct	1
10	Flow Controller - Térreo	26/02/2026	26/02/2026	Construct	1
11	Building Element Proxy - Térreo	27/02/2026	05/03/2026	Construct	5
12	Flow Fitting - Cobertura 1	06/03/2026	06/03/2026	Construct	1
13	Flow Segment - Cobertura 1	09/03/2026	17/03/2026	Construct	7
14	Column - Térreo - ARQ	18/03/2026	20/03/2026	Construct	3
15	Flow Terminal - Cobertura 1	23/03/2026	24/03/2026	Construct	2
16	Column - Cobertura 1	25/03/2026	08/04/2026	Construct	10
17	Wall - Térreo	09/04/2026	27/04/2026	Construct	12
18	Flow Segment - Cobertura 2	28/04/2026	06/05/2026	Construct	5
19	Flow Terminal - Cobertura 2	07/05/2026	08/05/2026	Construct	2
20	Beam - Cobertura 1	11/05/2026	19/05/2026	Construct	7
21	Slab - Cobertura 1	20/05/2026	22/05/2026	Construct	3

Fonte: Autores (2026).

Cada linha do arquivo CSV contém as seguintes informações: nome da atividade, data prevista de início, data prevista de término e tipo de tarefa (Figura 8).

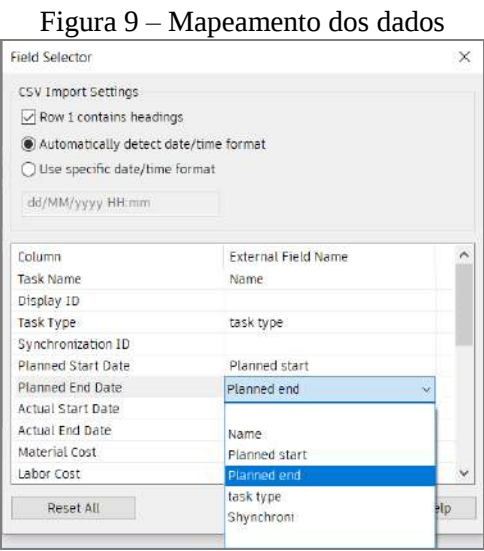
Figura 8 – Dados estruturados no arquivo CSV

	A
1	Name,Planned start,Planned end,task type,Shynchroni,
2	Footing - Térreo,02/01/2026,15/01/2026,construct,10,
3	Column - Térreo,16/01/2026,20/01/2026,construct,3,
4	Beam - Térreo,21/01/2026,29/01/2026,construct,7,
5	Flow Terminal - Térreo,30/01/2026,02/02/2026,construct,2,
6	Flow Storage Device - Térreo,03/02/2026,09/02/2026,construct,5,
7	Flow Segment - Térreo,10/02/2026,20/02/2026,construct,7,
8	Flow Moving Device - Térreo,23/02/2026,24/02/2026,construct,2,
9	Flow Fitting - Térreo,25/02/2026,25/02/2026,construct,1,
10	Flow Controller - Térreo,26/02/2026,26/02/2026,construct,1,
11	Building Element Proxy - Térreo,27/02/2026,05/03/2026,construct,5,
12	Flow Fitting - Cobertura 1,06/03/2026,06/03/2026,construct,1,

Fonte: Autores (2026).

Ao importar o arquivo para o *Navisworks*, realizou-se o mapeamento das colunas do CSV para os campos correspondentes da ferramenta *TimeLiner*, assegurando que as informações fossem corretamente interpretadas pelo software. Na Figura 9, observa-se esse procedimento, no qual, por exemplo, a coluna *Name* foi associada ao campo *Task Name*. A

interface do *Navisworks* permite selecionar, por meio de listas suspensas, a coluna adequada para cada parâmetro.



Fonte: Autores (2026).

A Figura 10 apresenta os dados já importados. Após essa etapa, prosseguiu-se com a atribuição das tarefas aos elementos do modelo, incorporando efetivamente as informações temporais necessárias à simulação 4D.

Figura 10 – Dados de cronograma no Navisworks

Active	Name	Status	Planned Start	Planned End	Actual Start	Actual End	Task Type	Attached
☒	Footing - Térreo	==	02/01/2026	15/01/2026	N/A	N/A	Construct	
☒	Column - Térreo	==	16/01/2026	20/01/2026	N/A	N/A	Construct	
☒	Beam - Térreo	==	21/01/2026	29/01/2026	N/A	N/A	Construct	
☒	Flow Terminal - Térreo	==	30/01/2026	02/02/2026	N/A	N/A	Construct	
☒	Flow Storage Device - Térreo	==	03/02/2026	09/02/2026	N/A	N/A	Construct	
☒	Flow Segment - Térreo	==	10/02/2026	20/02/2026	N/A	N/A	Construct	
☒	Flow Moving Device - Térreo	==	23/02/2026	24/02/2026	N/A	N/A	Construct	
☒	Flow Fitting - Térreo	==	25/02/2026	25/02/2026	N/A	N/A	Construct	
☒	Flow Controller - Térreo	==	26/02/2026	26/02/2026	N/A	N/A	Construct	
☒	Building Element Proxy - Térreo	==	27/02/2026	05/03/2026	N/A	N/A	Construct	
☒	Flow Fitting - Cobertura 1	==	06/03/2026	06/03/2026	N/A	N/A	Construct	

Fonte: Autores (2026).

3.5 Simulação 4D

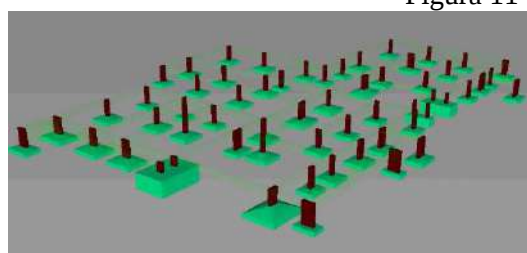
Após a importação do cronograma para a aba *TimeLiner* do *Navisworks*, iniciou-se a vinculação das atividades aos elementos do modelo BIM. Para isso, foram criados *Selection Sets*, permitindo agrupar componentes do mesmo tipo, como sapatas, vigas baldrame, pilares, lajes e alvenarias, e facilitar sua associação às tarefas correspondentes no planejamento.

Com os conjuntos formados, cada atividade do cronograma foi vinculada ao respectivo grupo de elementos. Em seguida, configurou-se o modo de simulação, ajustando-se parâmetros

visuais para destacar elementos em execução e concluídos, de modo a tornar a leitura da simulação mais clara.

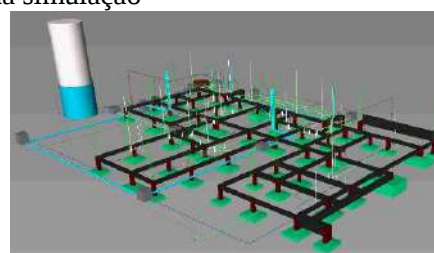
Alguns quadros extraídos da animação são apresentando na Figura 11, evidenciando a evolução da obra em diferentes momentos da simulação. Além da visualização gráfica, o *Navisworks* exibe informações adicionais, como data, dia da semana, tempo decorrido desde o início e percentual de execução.

Figura 11 – Etapas da simulação



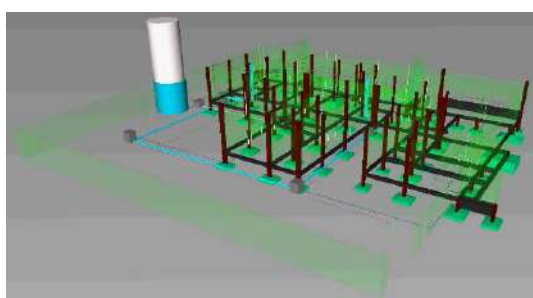
quarta-feira 15:03:58 28/01/2026
Day=27
Week=4
%
New Data Source (2) (Root) [12%]
Camera [Construct 7%]
Beam - Térreo [Construct 95%]

(Execução do baldrame)



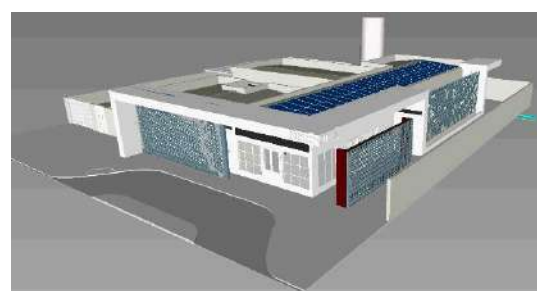
segunda-feira 09:11:22 30/03/2026
Day=88
Week=13
%
New Data Source (2) (Root) [39%]
Camera [Construct 26%]
Column - Cobertura 1 [Construct 38%]

(Execução dos pilares)



segunda-feira 10:30:53 20/04/2026
Day=109
Week=16
%
New Data Source (2) (Root) [49%]
Camera [Construct 32%]
Wall - Térreo [Construct 63%]

(Execução das vedações)



segunda-feira 10:18:09 10/08/2026
Day=221
Week=32
%
New Data Source (2) (Root) [99%]
Camera [Construct 66%]

(Obra concluída)

Fonte: Autores (2026).

4 DISCUSSÃO

4.1 Papel do modelo BIM-IFC na integração e no planejamento 4D

A análise dos modelos da UBS indicou que eles foram produzidos em softwares de fornecedores distintos, o que reforça a necessidade de mecanismos que garantam a interoperabilidade entre plataformas. Nesse contexto, o esquema de dados IFC desempenhou papel central ao permitir a integração dos modelos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário no *Navisworks*, viabilizando sua federação e análise conjunta.

Observou-se que a maior parte dos componentes dos modelos estava associada às classes IFC adequadas, facilitando a detecção de interferências, a seleção automática no *Navisworks* e a vinculação dos objetos às atividades do cronograma. Entretanto, foram identificados alguns elementos classificados como *IfcBuildingElementProxy*, como peças sanitárias, interruptores e algumas conexões de tubulação. Essa entidade possui caráter genérico e deve ser empregada apenas na ausência de uma classe específica prevista no esquema IFC.

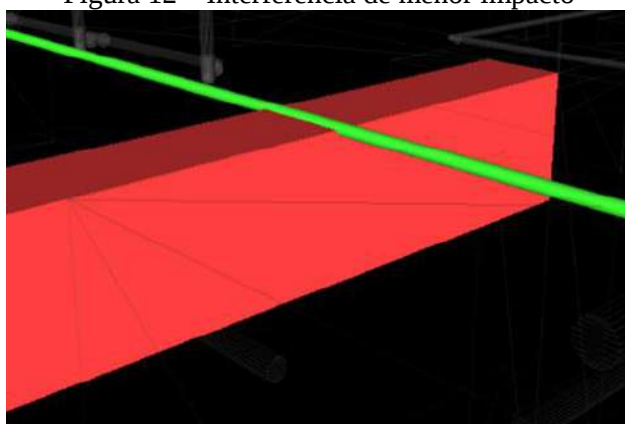
As verificações realizadas evidenciaram desde conflitos simples, corrigíveis com ajustes pontuais (Figura 12), até conflitos mais relevantes (Figura 13), como a passagem de tubulações por elementos estruturais. Situações desse tipo exigem avaliação e atendimento às recomendações normativas, como as da NBR 6118 (2023) para furos e aberturas em vigas em elementos estruturais.

Na Tabela 1, são apresentados os resultados das verificações realizadas. Considera-se como de maior importância a interferência explícita entre elementos, como nos casos em que uma tubulação atravessa um elemento estrutural. Por sua vez, classificam-se como de menor importância aquelas interferências passíveis de resolução por meio de pequenos ajustes de posicionamento dos elementos envolvidos ou aquelas que não trazem prejuízos ao processo construtivo.

A regra de verificação entre as vigas (*IfcBeam*) e os segmentos de tubulação (*IfcFlowSegment*) resultou no maior número de interferências, evidenciando a necessidade de compatibilização entre esses sistemas. A maior parte dessas interferências foi classificada como de maior importância, uma vez que as tubulações atravessavam as vigas. Nesses casos, torna-se necessário prever furos nas vigas para a passagem das tubulações, o que deve ser avaliado pelo projetista estrutural com base nas recomendações da NBR 6118.

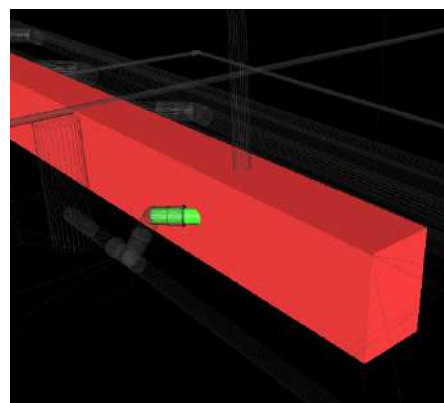
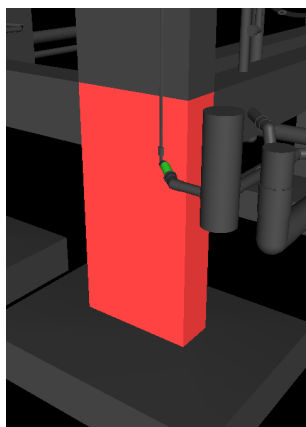
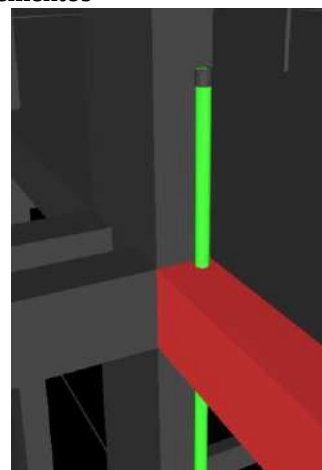
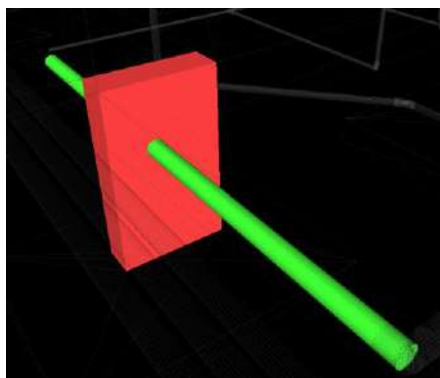
A resolução dessas interferências pode ser realizada tanto pela previsão adequada desses furos no projeto estrutural quanto pelo ajuste do traçado das tubulações, a depender das condições específicas de cada situação.

Figura 12 – Interferência de menor impacto



Fonte: Autores (2026).

Figura 13 – Conflitos entre elementos



Fonte: Autores (2026).

Tabela 1 – Verificações de interferência entre os elementos

Classe IFC	Classe IFC	Nº de Conflitos	Menor importância	Maior importância
Modelo Estrutural x Modelo Hidrossanitário				
<i>IfcColumn</i>	<i>IfcFlowSegment</i>	6	3	3
<i>IfcBeam</i>	<i>IfcFlowSegment</i>	97	24	73
Modelo Arquitetônico x Modelo Estrutural				
<i>IfcWindow</i>	<i>IfcColumn</i>	0	-	-
<i>IfcDoor</i>	<i>IfcColumn</i>	0	-	-
<i>IfcSlab</i> – arquitetura (cobertura)	<i>IfcColumn</i>	34	34	0

Modelo Arquitetônico x Modelo Hidrossanitário					
<i>IfcDoor</i>	x	<i>IfcFlowSegment</i>	1	0	1
<i>IfcWindow</i>		<i>IfcFlowSegment</i>	0	-	-

Fonte: Autores (2026).

4.2 Simulação 4D

4.2.1 Nível de desenvolvimento dos modelos

Uma das principais observações deste estudo diz respeito ao nível de desenvolvimento dos elementos do modelo, usualmente representado pela escala LOD (*Level of Development*). O LOD expressa a confiabilidade das informações dos elementos, indicando o quão detalhado estão, desde representações conceituais até níveis adequados para fabricação e montagem (BIMForum, 2024).

Para fins de planejamento de obra, considera-se que modelos entre LOD 300 e LOD 400 são geralmente adequados. Entretanto, o nível necessário depende diretamente da granularidade desejada na simulação 4D. Quanto mais detalhada for a visualização das etapas construtivas, maior deverá ser o LOD dos componentes.

Um exemplo ilustrativo é o da parede. Embora sua execução envolva diversas camadas, como blocos, chapisco, emboço, reboco e revestimentos, em muitos modelos essas camadas são representadas como um único elemento. Caso se deseje atribuir tempos distintos a cada fase, a parede precisa ser modelada de forma estratificada, separando cada camada em um objeto próprio (Figura 14). Essa abordagem permite vincular atividades específicas e resulta em simulações mais realistas, além de contribuir para levantamentos quantitativos mais precisos.

Figura 14 – Parede em camadas



Fonte: Autores (2026).

No modelo arquitetônico utilizado neste estudo, as paredes foram representadas como elementos únicos, sem divisão em camadas. Isso impediu a atribuição de durações específicas para cada etapa de execução, restringindo a simulação a atividades mais agregadas, como

“alvenaria” e “revestimentos”. A situação evidencia a relação direta entre o LOD e o nível de detalhamento possível na simulação 4D.

Contudo, deve-se considerar que o excesso de detalhamento também pode ser prejudicial. Modelos demasiadamente complexos tornam-se pesados, dificultam a federação e podem comprometer o desempenho da simulação. Assim, é fundamental estabelecer um equilíbrio entre detalhamento e usabilidade.

Nesse contexto, destaca-se o conceito de *Level of Information Need* (LOIN), que fornece uma estrutura para especificar a granularidade das informações geométricas, alfanuméricas e documentais de acordo com cada uso BIM (UK BIM FRAMEWORK, 2022). A definição do LOIN parte sempre de um propósito claro. No caso deste estudo — o planejamento 4D — poderiam ser requeridos, por exemplo, modelos do terreno, canteiro de obras, estruturas provisórias ou armaduras modeladas, caso se desejasse simular sua montagem.

A formalização desses requisitos pode ser realizada por meio de um IDS (*Information Delivery Specification*), que permite explicitar quais informações devem ser entregues e em qual formato, possibilitando inclusive a verificação automática do atendimento às exigências definidas (bSI, [s.d.]). Dessa forma, LOD, LOIN e IDS podem atuar de maneira complementar, orientando a produção de modelos com o nível de informação adequado para as necessidades reais de planejamento e simulação 4D, e demais aplicações do BIM. Importante ressaltar que cabe à contratante definir, com base em seus usos BIM, os requisitos de informação necessários.

4.2.2 Medidas para melhorar a simulação 4D com modelos IFC

Na Tabela 2, com base nas análises realizadas e seguindo as melhores práticas da indústria, apresentam-se os principais fatores que devem ser considerados para a aplicação do planejamento 4D. Esses fatores, específicos ou gerais, têm como objetivo alinhar expectativas e garantir que os modelos BIM contenham as informações necessárias para uma simulação consistente.

Tabela 2 – Fatores que interferem na simulação 4D

Item	Medida	Possível problema	Aplicação / como implementar
Requisitos de Informação	Definir requisitos de informação específicos para o uso 4D	Modelos sem o detalhamento necessário impedem simulações mais precisas	Estabelecer quais elementos precisam de maior detalhamento; especificar o LOIN para o uso 4D
	Utilizar LOIN para definir	Detalhamento insuficiente ou excessivo prejudica o	Criar matriz LOIN para cada uso BIM; alinhar níveis com

	granularidade geométrica, alfanumérica e documental	processo	arquitetos, engenheiros e contratante
	Especificação da versão IFC MVD	A falta de especificação do IFC pode dificultar a validação dos dados, visto que a codificação pode mudar entre as versões	A versão do IFC deve ser especificada inicialmente, em documentos de contrato, no PEB ou através de Especificações de Entrega de Informação
Qualidade e Validação dos Modelos IFC	Criar arquivos IDS para validar automaticamente classes IFC Validar os modelos IFC antes da federação	Uso da entidade <i>IfcBuildingElementProxy</i> sem necessidade; elementos sem significado (semântica) Inconsistência de dados	Elaborar regras IDS para tipos obrigatórios e atributos mínimos Validar o IFC através dos serviços da <i>buildingSMART</i> , validar os parâmetros por meio de visualizadores IFC ou automaticamente via IDS
Modelagem e LOD	Ajustar o LOD conforme o nível de detalhe necessário para simulação Evitar o detalhamento excessivo	Impossibilidade de simular/visualizar determinadas etapas Modelos muito pesados prejudicam a simulação	Definir LOD equilibrado com base nos usos BIM previstos
Organização e Padronização do Modelo	Padronizar nomenclaturas Inserir parâmetros específicos para o 4D	Dificuldade de mapear tarefas e vincular elementos	Usar nomes de materiais e de propriedades padronizados, o que permite a seleção conjunta de elementos com parâmetros de mesmo valor Definir os nomes dos parâmetros através de especificações – IDS. Criar parâmetros como Fase de construção e Ordem de execução
Canteiro e Elementos Temporários	Modelar elementos provisórios quando necessários	Simulação limitada à edificação principal, impossibilitando a análise de interações com elementos provisórios	Representar tapumes, acessos, guias, armazenamento, áreas de circulação etc.
Coordenação	Criar conjuntos de seleção por disciplina e pavimento Aplicar regras de <i>clash</i> específicas	Dificuldade na seleção individual dos elementos Interferências relevantes entre estrutura e instalações	Agrupar elementos por nível, disciplina e tipo Regras como: <i>IfcColumn</i> × <i>IfcFlowSegment</i> ; <i>IfcBeam</i> × <i>IfcFlowFitting</i> etc.
Processo iterativo	Realizar ciclos de simulação e ajuste	Necessidade de refinar a coerência temporal da obra	Simular → analisar → corrigir → simular novamente

Fonte: Autores (2026).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi investigar a aplicação de modelos BIM-IFC no planejamento 4D e identificar os fatores que influenciam esse processo. A análise inicial demonstrou que os modelos disponibilizados apresentam boa qualidade, estão bem estruturados (níveis bem definidos – térreo, cobertura 1 e cobertura 2) e com a maior parte dos elementos corretamente classificados, o que favoreceu tanto a detecção de interferências como a simulação 4D.

As verificações de interferência revelaram conflitos de menor e maior gravidade, reforçando a importância de análises criteriosas e da compatibilização prévia antes da execução. A simulação 4D foi implementada com êxito após a definição da sequência construtiva, a elaboração do cronograma no Excel, sua exportação para CSV e a importação e mapeamento das informações no *Navisworks*.

Entre as principais observações obtidas, destacam-se:

- a correta categorização dos elementos, por tipo e nível, facilita significativamente a atribuição de atividades;
- o nível de desenvolvimento do modelo influencia diretamente o nível de detalhe possível na simulação;
- simulações baseadas em cronogramas físico-financeiros podem demandar modelos mais refinados, uma vez que os custos estão associados à execução de tarefas específicas.

Com base nas análises realizadas, foram apresentadas medidas para aprimorar o planejamento 4D, incluindo a definição clara de requisitos de informação, a adoção de verificações automáticas por meio de arquivos IDS e a modelagem, quando necessária, de elementos provisórios.

O estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. A simulação 4D foi desenvolvida com base em três disciplinas (arquitetônica, estrutural e hidrossanitária), não contemplando outras disciplinas relevantes, como elétrica e climatização, que também podem gerar interferências e influenciar o sequenciamento construtivo.

Além disso, não foram modelados elementos provisórios de canteiro, como tapumes, áreas de armazenamento, equipamentos e estruturas temporárias, os quais desempenham papel fundamental na organização e na logística da obra. A ausência desses elementos limita a capacidade da simulação de representar de forma mais fiel as condições reais de execução, especialmente no que se refere à ocupação do espaço e à interação entre frentes de trabalho.

Dessa forma, a simulação realizada representa uma aproximação do processo construtivo, sendo mais adequada para a análise da sequência executiva dos elementos principais da edificação. A inclusão de outras disciplinas e de elementos temporários tende a aumentar o nível de detalhamento e a complexidade da simulação, podendo revelar interferências e dependências não capturadas neste estudo.

Por fim, ressalta-se o papel fundamental do Estado em incentivar o uso de padrões abertos, como o IFC, promovendo abordagens openBIM, a digitalização da construção civil e a interoperabilidade entre plataformas. A adoção disseminada desses padrões contribui para elevar a qualidade dos projetos, melhorar o desempenho das edificações e aprimorar a eficiência das etapas de execução e manutenção.

REFERÊNCIAS

AGCA. **The Contractor's Guide to BIM**. Associated General Contractors of America, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto**. 2023.

BIMFORUM. **Especificação de Nível de Desenvolvimento (LOD)**. Disponível em: <<https://bimforum.org/resource/lod-level-of-development-lod-specification/>>. Acesso em: 3 jun. 2025.

BRASIL. **DECRETO Nº 11.888**. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil - Estratégia BIM BR e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling - BIM BR.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Unidades Básicas de Saúde**. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/novo-pac-saude/unidades-basicas-de-saude>. Acesso em 10 de novembro de 2025.

BRASIL. **LEI Nº 14.133**. Lei de Licitações e Contratos Administrativos.

BRITO, Douglas Malheiro de; FERREIRA, Emerson de Andrade Marques. **Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D**. Ambiente Construído, v. 15, n. 4, p. 203–223, 15 ago. 2015.

bSI ([s.d.]). **IFC Certification Participants - buildingSMART Technical**. Disponível em: <<https://technical.buildingsmart.org/services/certification/ifc-certification-participants/>>. Acesso em: 7 dez. 2025a.

bSI. ([s.d.]). **Information Delivery Specification - buildingSMART International**. Disponível em: <<https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/information-delivery-specification-ids/>>. Acesso em: 7 dez. 2025d.

bSI ([s.d.]). **Model View Definition (MVD) - buildingSMART Técnico**. Disponível em: <<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/mvd/>>. Acesso em: 7 dez. 2025b.

bSI. ([s.d.]). **MVD Database - buildingSMART Technical**. Disponível em: <<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/mvd/mvd-database/>>. Acesso em: 7 dez. 2025c.

DNIT. O que é o BIM? Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/bim-no-dnit/bim-dnit-antigos/bim-no-dnit-1>>. Acesso em: 3 jun. 2025.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2018.

HÄFELE, Karl-Heinz; GEIGER, Andreas; LIEBICH, Thomas. **Coordination View Version 2.0 for IFC 2x3**. buildingSMART International, 2013.

HIETANEN, Jiri. **IFC Model View Definition Format. International Alliance for Interoperability**, 2006. Disponível em: <<https://technical.buildingsmart.org/standards/information-delivery-manual/>>. Acesso em: 8 nov. 2023

ISO 16739-1:2024 - **Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema**.

KHEMLANI, L. **The IFC Building Model: A Look Under the Hood**. Disponível em: <<https://www.aecbytes.com/feature/2004/IFC.html>>. Acesso em: 09 de dezembro 2025.

LEE, Yong Cheol; EASTMAN, Charles M.; SOLIHIN, Wawan. **Logic for ensuring the data exchange integrity of building information models**. Automation in Construction, v. 93, p. 388–401, 1 set. 2018.

LIEBICH, T.; WIX, J. **Highlights of the development process of industry foundation classes**. 1999.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. United States National Building Information Modeling Standard: Version 1 – Part 1: Overview, Principles, and Methodologies. Washington, DC: National Institute of Building Sciences; buildingSMART alliance, 2007.

PINHEIRO, Sergio *et al.* **MVD based information exchange between BIM and building energy performance simulation**. Automation in Construction, v. 90, p. 91–103, 1 jun. 2018.

SILVA, Paula Heloisa da; CRIPPA, Julianna; SCHEER, Sergio. **BIM 4D no planejamento de obras: detalhamento, benefícios e dificuldades**. PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 10, p. e019010–e019010, 26 fev. 2019.

SOUZA, Mayara. **Os desafios da adoção da tecnologia BIM na administração pública no Brasil**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Gestão e Tecnologia na Construção Civil na Escola de Engenharia UFMG, 2023.

SUCCAR, Bilal. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction, [S.l.], v. 18, n. 3, p. 357–

375, 2009. University of Newcastle, RMIT University. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580508001375>. Acesso em: 4 maio 2025.

UK BIM FRAMEWORK. (2022). **ISO 19650 Guidance D: Developing information requirements.**

Van Berlo, L. ([s.d.]). **The curious case of the MVD.** Disponível em: <https://www.buildingsmart.org/the-curious-case-of-the-mvd/>. Acesso em: 7 dez. 2025.

VENUGOPAL, M. *et al.* **Semantics of model views for information exchanges using the industry foundation class schema.** Advanced Engineering Informatics, v. 26, n. 2, p. 411–428, 1 abr. 2012.

WANG, Changxin Cynthia; CHIEN, Oswald. **The Use of BIM in Project Planning and Scheduling in the Australian Construction Industry.** In: American Society of Civil Engineers (ASCE), 2014.

WIX, Jeff; KARLSHØJ, Jan. **Information Delivery Manual Guide to Components and Development Methods.** buildingSMART International, 2010. Disponível em: <https://technical.buildingsmart.org/standards/information-delivery-manual/>. Acesso em: 8 nov. 2025