Industrialização, Digitalização, Desempenho

5º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção e 5º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos

FLORIANÓPOLIS-SC | 20 a 22 de agosto

[1]AVALIAÇÃO DA IMPORTAÇÃO E REGISTRO DE OBJETO BIM EM FORMATO IFC NA PLATAFORMA ALTOQI BUILDER

Evaluation of BIM Object Import and Registration in IFC Format on the AltoQi Builder Platform

Murilo Henrique Freire de Castro
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) | Maringá, Paraná | murilo.castro@sistemafiep.org.br

Juliana Paiola da Silva
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) | Maringá, Paraná | juliana.silva@sistemafiep.org.br

RESUMO

A interoperabilidade entre plataformas BIM é um desafio recorrente na indústria da construção civil, especialmente quando se trata da importação de objetos IFC oriundos de bibliotecas públicas. Como destacam Succar (2009), Corrêa e Santos (2014): adoção de padrões abertos como o IFC exige não apenas definições técnicas, mas também processos rigorosos de validação. Este artigo tem como objetivo avaliar a viabilidade da importação e cadastramento de um componente hidráulico — uma válvula de segurança combinada — no *software* AltoQi Builder, com base em objeto BIM disponibilizado publicamente. A metodologia adotada seguiu uma abordagem prática, fundamentada em guias técnicos da própria plataforma. Foram definidos critérios como compatibilidade de formato, precisão geométrica, mapeamento de propriedades e integração ao sistema. A análise dos resultados apontou êxito na preservação das geometrias e propriedades principais do objeto, embora ajustes em classificações IFC tenham sido necessários. Conforme alerta Corrêa e Santos (2014), a ausência de padronização nos arquivos de origem pode comprometer o desempenho em fluxos colaborativos. A contribuição deste estudo reside na proposição de um processo validado para importação de objetos IFC no AltoQi Builder, evidenciando boas práticas e limitações, com foco na interoperabilidade e na integridade dos dados em ambientes openBIM.

Palavras-chave: Interoperabilidade BIM, IFC, AltoQi Builder, Cadastro de peça, Importação de objeto BIM.

ABSTRACT

Interoperability between BIM platforms remains a recurring challenge in the construction industry, especially concerning the import of IFC objects from public libraries. As Succar (2009), Corrêa and Santos (2014) point out, the adoption of open standards like IFC requires not only technical alignment but also rigorous validation processes. This study aims to assess the feasibility of importing and registering a hydraulic component — a combined temperature and pressure safety valve — in the AltoQi Builder software, using a BIM object available from a public repository. The methodology adopted followed a practical approach, based on technical guides provided by the platform itself. Evaluation criteria included IFC format compatibility, geometric accuracy, property mapping, and integration with existing system elements. The results showed that key properties and geometry were successfully preserved, though adjustments in IFC classification were required. As highlighted by Corrêa and Santos (2014), the lack of standardization in source files can hinder performance in collaborative BIM workflows. This research contributes by presenting a validated procedure for importing IFC objects into AltoQi Builder, identifying best practices and potential limitations, with a focus on data integrity and enhanced openBIM interoperability.

Keywords: *BIM Interoperability, IFC, AltoQi Builder, Component registration, BIM object import.*

1 INTRODUÇÃO

Entre diferentes plataformas de modelagem BIM, a interoperabilidade é um desafio recorrente na indústria AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação) e um fator chave para um bom resultado dentro de um projeto, viabilizando a troca de dados e o trabalho colaborativo entre diferentes agentes. O esquema IFC foi criado para padronizar essa troca de informações, permitindo que modelos de diferentes *softwares* sejam compartilhados sem perda de dados essenciais.

A falta de padronização na estrutura desses arquivos e a ausência de diretrizes claras para seu uso podem levar a inconsistências no modelo, como perda de propriedades, geometrias corrompidas ou incompatibilidade com os requisitos do projeto quando se trata de cadastramento em plataformas específicas como o AltoQi Builder. Nesse contexto, a principal questão de pesquisa deste estudo é: como garantir a fidelidade dos dados e a integridade dos elementos ao importar objetos IFC de bibliotecas online de objetos BIM para o cadastro

[1]CASTRO, M. H. F.; SILVA, J. P. Avaliação da Importação e Registro de Objeto BIM em Formato IFC na Plataforma ALTOQI BUILDER. In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2025, Florianópolis. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2025.

no AltoQi Builder, considerando os cuidados necessários para o sucesso da operação?

O objetivo principal deste estudo é avaliar o processo de importação de elementos em formato IFC, provenientes de uma biblioteca online BIM, o *software* AltoQi Builder, com foco no elemento do sistema hidráulico. O estudo também busca identificar e analisar os principais cuidados necessários para garantir que o processo de importação e cadastramento ocorra de forma adequada, minimizando perdas de dados e inconsistências no modelo. No mais, busca-se analisar a compatibilidade de arquivos IFC de bibliotecas online BIM, baixados de sites que oferecem objetos BIM gratuitamente, com o AltoQi Builder e mapear os erros mais comuns durante a importação (ex.: perda de metadados, falhas na geometria).

Estudos anteriores têm investigado os desafios de interoperabilidade com o uso de esquema IFC em diferentes plataformas. Corrêa e Santos (2014) realizaram um estudo de caso destacando perdas de atributos e geometrias durante a importação de objetos BIM entre softwares distintos, enfatizando a necessidade de protocolos formais. Já Lima et al. (2021) analisaram a consistência semântica entre arquivos IFC exportados de plataformas de arquitetura e interpretados em ambientes de compatibilização, identificando problemas na leitura de propriedades materiais. Além disso, Noardo et al. (2020) apresentaram um estudo de benchmarking sobre o suporte ao formato IFC em diferentes softwares, revelando limitações significativas na forma como os dados são interpretados, trocados e preservados entre plataformas. Os resultados evidenciam que a adoção do IFC, embora essencial, não é suficiente para garantir uma interoperabilidade plena sem o estabelecimento de métodos sistemáticos de verificação e validação ao longo do processo de projeto.

A interoperabilidade entre plataformas é essencial para fluxos de trabalho colaborativos em BIM, conforme recomenda a ABNT NBR ISO 19650-1 (2022), sendo o uso de formatos abertos como o IFC uma prática amplamente reconhecida para garantir a troca confiável de informações entre partes interessadas. Conforme Lima (2022), a interoperabilidade entre *softwares* BIM é essencial para garantir a consistência de informações e a eficiência na coordenação entre disciplinas em projetos construtivos. No entanto, estudos como os de Eastman et al. (2021) destacam que a falta de controle na exportação/importação de modelos pode comprometer a fidelidade dos dados.

No contexto brasileiro, onde o AltoQi Builder é amplamente utilizado para projetos de instalações prediais com exportação conduzida para orçamentos e compatibilização, a importação de objetos BIM ainda carece de diretrizes validadas por parte do fabricante. Maciel (2018) ressalta que, neste mesmo contexto, a falta de padronização na modelagem BIM e a inconsistência na exportação de arquivos IFC são entraves frequentes, especialmente em projetos que envolvem múltiplas disciplinas. A interoperabilidade BIM, conforme discutido por Succar (2009), requer não apenas o uso de padrões como o IFC, mas também processos de validação robustos.

Neste mesmo contexto, Corrêa e Santos (2014) ao analisarem o problema da interoperabilidade com o uso do IFC, destacam a importância de protocolos específicos, principalmente por parte dos fabricantes de *software*, para mitigar perdas em atributos e geometrias durante a importação de objetos BIM. O software AltoQi Builder, amplamente utilizado em projetos de instalações prediais no Brasil, tem mostrado capacidades robustas para o manejo de modelos hidráulicos, mas poucos estudos têm se debruçado sobre sua capacidade de lidar com a importação de elementos complexos em formato IFC (Suporte AltoQi, 2024).

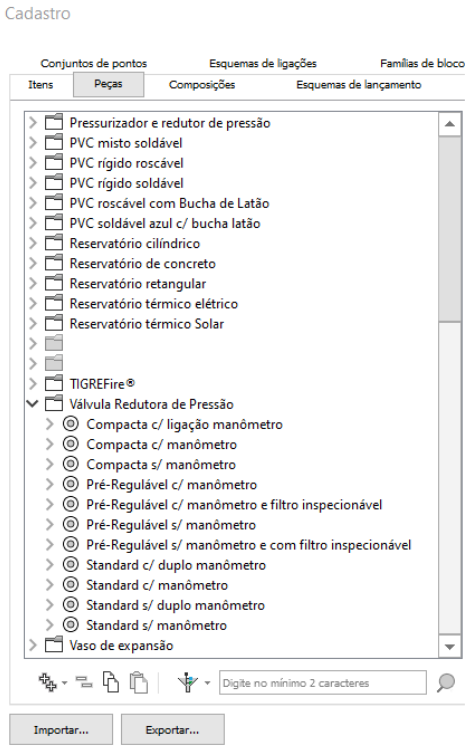
De acordo com informações da BIMObject (2025), embora existam muitos conteúdos BIM genéricos disponíveis, como modelos de portas e janelas, esses objetos frequentemente têm propriedades limitadas, pois apenas substituem desenhos bidimensionais sem fornecer informações adicionais úteis ao processo construtivo. Isso ressalta a crescente demanda por conteúdos BIM específicos de fabricantes, que não só representam as características físicas dos produtos, mas também incluem dados importantes como instruções de instalação, consumo energético, custos operacionais e vida útil, o que agrega valor ao ciclo de vida do projeto. Este trabalho espera contribuir para preencher essa lacuna, oferecendo uma análise detalhada do processo e dos cuidados necessários durante a importação de objetos IFC no AltoQi Builder, com ênfase na preservação da integridade dos modelos.

Neste artigo, são apresentados os resultados da avaliação do processo de importação de um objeto BIM em formato IFC, proveniente do site BIMObject, no *software* AltoQi Builder. A análise destaca os principais cuidados a serem tomados durante a importação e o cadastramento de peça hidráulica no sistema. Além disso, discute-se a eficácia da ferramenta na preservação dos dados do modelo e propõem-se soluções para melhorar o processo de importação.

2 METODOLOGIA

Para este estudo, adotou-se uma abordagem prática para avaliar a importação de objeto BIM em formato IFC no *software* AltoQi Builder, com foco em um componente hidráulico. A escolha desse método foi baseada na necessidade de testar a interoperabilidade do *software* com dados BIM provenientes de bibliotecas online tal qual o site da BIMObject. Neste mesmo, utilizou-se o *software* AltoQi Builder, na versão Infinity 2024-12, e um objeto hidráulico, sendo a válvula de segurança combinada por temperatura e pressão do fabricante Caleffi, escolhida após feita uma verificação dentro da biblioteca interna do cadastro do *software* visto que era um componente não existente, numa combinação de demonstração com a Figura 1 e Figura 2.

Figura 1: janela do cadastro de peças demonstra a ausência da peça, objeto de análise.



Fonte: Do Autor, 2025.

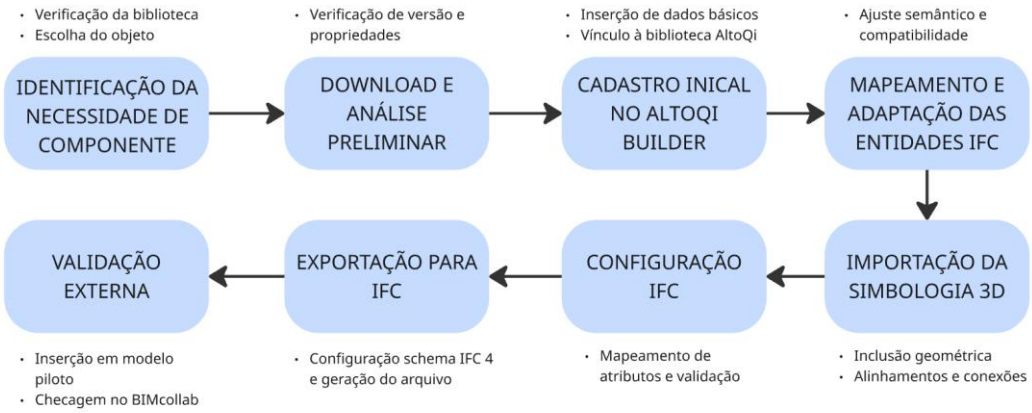
Figura 2: peça disponibilizada na página da biblioteca pública *online*.



Fonte: site da BIMObject, 2025.

Para sistematizar o processo desenvolvido neste estudo, foi elaborado um fluxograma que sintetiza as etapas principais de importação, cadastramento e validação do objeto BIM. A Figura 3 apresenta essa estrutura de forma sequencial, destacando o papel de cada fase dentro da metodologia aplicada.

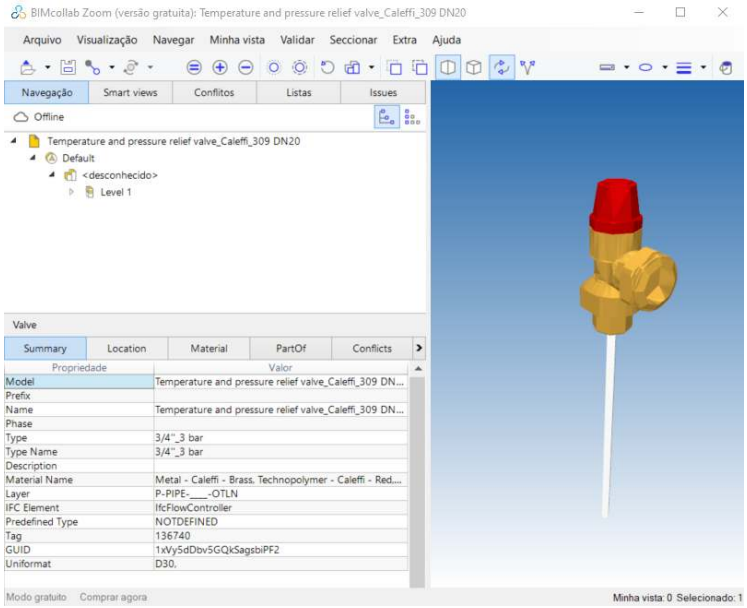
Figura 3: Fluxograma das etapas do processo de importação e validação de objeto BIM no AltoQi Builder.



Fonte: do Autor, 2025.

Este objeto disponibilizado em formato IFC, uma vez baixado de uma biblioteca pública online especializada em componentes para sistemas prediais, foi testado dentro de uma ferramenta de importação e leitura de arquivo IFC; as propriedades do objeto foram analisadas na aba *Summary*. Outros demais critérios foram adotados para a seleção e coleta, como objeto BIM ter sido oferecido em IFC 2x3 ou IFC 4, e disponibilidade de propriedades parametrizadas (materiais, dimensões, fabricante).

Figura 3: Janela do *software* visualizador de arquivo IFC apresentando as informações do objeto BIM.

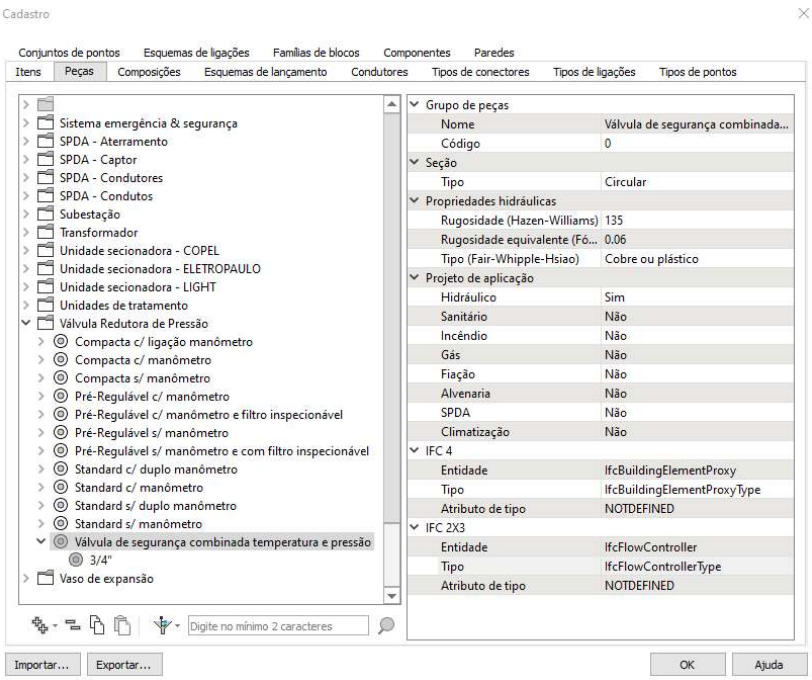


Fonte: do Autor, 2025.

O processo de avaliação da importação de um objeto BIM em formato IFC no AltoQi Builder seguiu as diretrizes estabelecidas pelos guias de boas práticas disponibilizados pelo suporte da plataforma da AltoQi, particularmente o guia “Como cadastrar uma nova peça no AltoQi Builder” (ALTOQI, 2024). Cada passo foi meticulosamente realizado para garantir a conformidade e validação dos dados importados, com foco na interoperabilidade entre os *softwares* utilizados.

Essa etapa consistiu na criação de registros para o elemento IFC, um componente hidráulico, no cadastro de peças da plataforma, onde foram inseridas as informações básicas do objeto, como atributos básicos (nome, código, unidade de medida), categoria (válvula) e características técnicas vinculando a biblioteca interna do *software*, conforme especificado no guia e apresentado as devidas configurações na Figura 5.

Figura 5: janela de Cadastro de peças apresenta a configuração preliminar para o objeto BIM.



Fonte: do Autor, 2025.

Posteriormente, para a interpretação das entidades IFC, envolveu a análise e mapeamento das entidades IFC do objeto cadastrado, com base no guia "Significado das entidades IFC listadas no cadastro de peças da plataforma AltoQi Builder" (ALTOQI, 2024), como visto na Figura 6, sendo as entidades IFC mapeadas para os equivalentes no AltoQi Builder, garantindo correspondência semântica (ex.: *IfcValve* para com "Válvula") e preservação de propriedades críticas (ex.: dimensões, materiais), apesar de que o objeto BIM tivesse outrora já disponibilizado como entidade *IfcFlowController*, tendo que adaptá-lo para a leitura do *software* em questão. De acordo com os padrões IFC, a entidade *IfcValve* é usada para representar válvulas dentro de sistemas prediais, incluindo sistemas hidráulicos, garantindo que as válvulas sejam corretamente identificadas no modelo BIM (IFC). O tipo de válvula é definido por meio do *IfcValveType*, que agrupa características comuns a instâncias semelhantes (BUILDINGSMART, 2013).

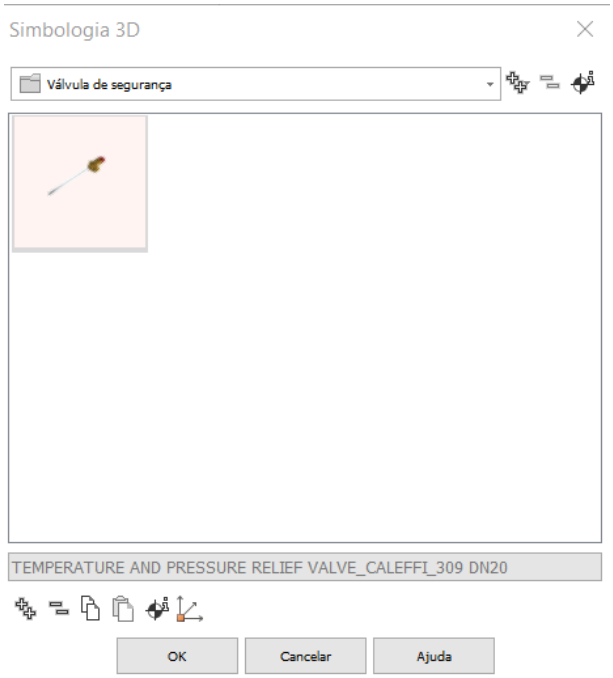
Figura 6: Entidades IFC correlatas ao objeto BIM.

IFC 4	IFC 2x3	Entidade	Descrição	Ele	Gás	Hid	Inc	San	SPD
		IFCFlowController	Representam elementos utilizados para regular o fluxo em um sistema de distribuição. Como exemplo, neste grupo podemos definir peças como registros, interruptores entre outros.						
		IFCValve	Representam os registros, como por exemplo, os registros de pressão, de gaveta entre outros.						

Fonte: Adaptado do site da AltoQi Suporte, 2025.

Subsequentemente, uma simbologia 3D foi importada para o cadastro da peça, seguindo as orientações do guia "Como importar uma simbologia 3D e adicioná-la ao cadastro de uma peça" (ALTOQI, 2024). O objeto BIM foi extraído de uma biblioteca pública (BIMObject) em formato IFC e incorporado ao cadastro, assegurando a representação gráfica tridimensional da peça dentro do projeto hidráulico, como visto na Figura 7.

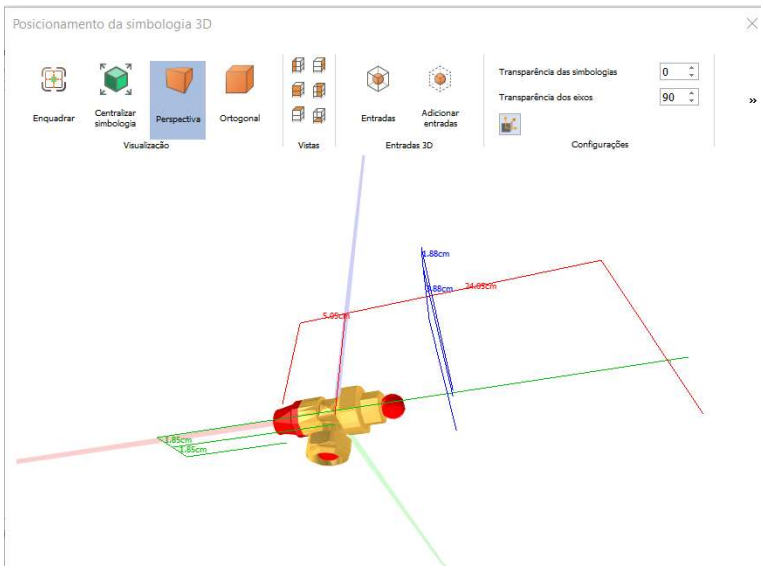
Figura 7: Entidades IFC correlatas ao objeto BIM.



Fonte: do Autor, 2025.

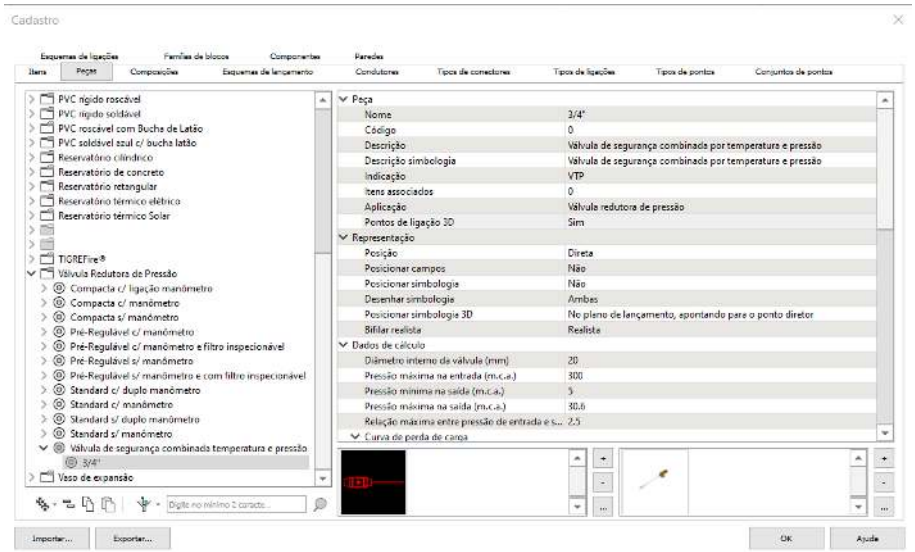
Num próximo passo, necessitou-se de cuidados executando ajustes e verificando a compatibilização das conexões que esse objeto 3D iria realizar dentro do plano de trabalho da plataforma. Através da Figura 8, denota-se de que modificações foram realizadas principalmente para padronização de eixos (alinhamento com o sistema de coordenadas) de modo que estivesse em perfeito ajuste para conceber a ligação com o próximo objeto no modelo; feito na etapa de edição de simbologia 3D, através do guia "Como editar uma simbologia 3D no AltoQi Builder?" (ALTOQI, 2024), logo tendo a janela de Cadastro com a simbologia configurada em 3D e 2D, como mostrado na Figura 9.

Figura 8: Objeto BIM com devido alinhamento e conexões.



Fonte: do Autor, 2025.

Figura 9: Janela de Cadastro com configuração finalizada.



Fonte: do Autor, 2025.

Para obter a integridade semântica e com informações do objeto BIM, afim das configurações IFC no aplicou-se o guia "Configurações IFC no cadastro de peças da plataforma AltoQi Builder" (ALTOQI, 2024) para mapear parâmetros IFC para campos da AltoQi Builder (ex.: *IfcValve* para com Válvula), além de validar a compatibilidade; O atributo *PRESSURERELIEF*, dentro do tipo *IfcValveType*, é empregado especificamente para classificar válvulas de segurança que desempenham a função de alívio de pressão em sistemas prediais, como sistemas hidráulicos, assegurando que o excesso de pressão seja liberado para evitar danos à instalação (BUILDINGSMART, 2013). A aplicabilidade das configurações para IFC 4 e IFC 2X3 são apresentadas na Figura 10.

Figura 10: Entidades IFC correlatas ao objeto BIM.

IFC 4	
Entidade	IfcValve
Tipo	IfcValveType
Atributo de tipo	PRESSUREREDUCING
IFC 2X3	
Entidade	IfcFlowController
Tipo	IfcValveType
Atributo de tipo	PRESSUREREDUCING

Fonte: do Autor, 2025.

Sendo assim a etapa que antecede a análise do objeto BIM, a exportação para IFC e validação no BIMcollab seguindo o guia "Como exportar o modelo 3D no formato IFC no AltoQi Builder"(ALTOQI, 2024). O modelo ajustado foi exportado para validação externa, seguido pela configuração da exportação IFC, que selecionou o esquema IFC 4, definição de níveis de detalhe realista e representação como esferas, no que se denota na Figura 11.

Figura 11: Configuração de exportação de entidade IFC 4.

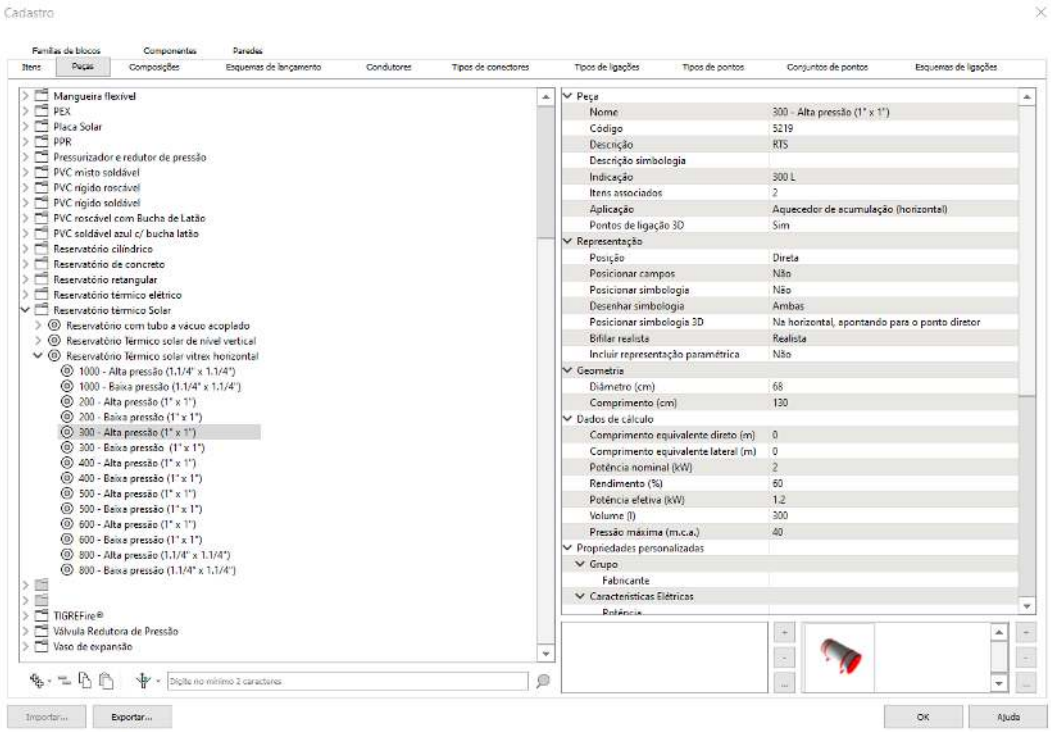


Fonte: do Autor, 2025.

Logo, elaborou-se um modelo piloto no contexto da disciplina de hidráulica que, o objeto BIM, pudesse ser

inserido e testado, em conjunto a um reservatório térmico solar de alta pressão, conforme Figura 12. Durante a validação no BIMcollab analisou-se principalmente a possível ausência de atributos (metadados não exportados). Para afastar a hipótese de limitação da visualização pela ferramenta, o arquivo IFC também foi examinado em editor de texto simples. Caso a ausência fosse confirmada, poderia ser registrado um apontamento de não-conformidade no formato BCF (*BIM Collaboration Format*), garantindo a rastreabilidade das inconsistências.

Figura 12: Configuração de exportação de entidade IFC 4.

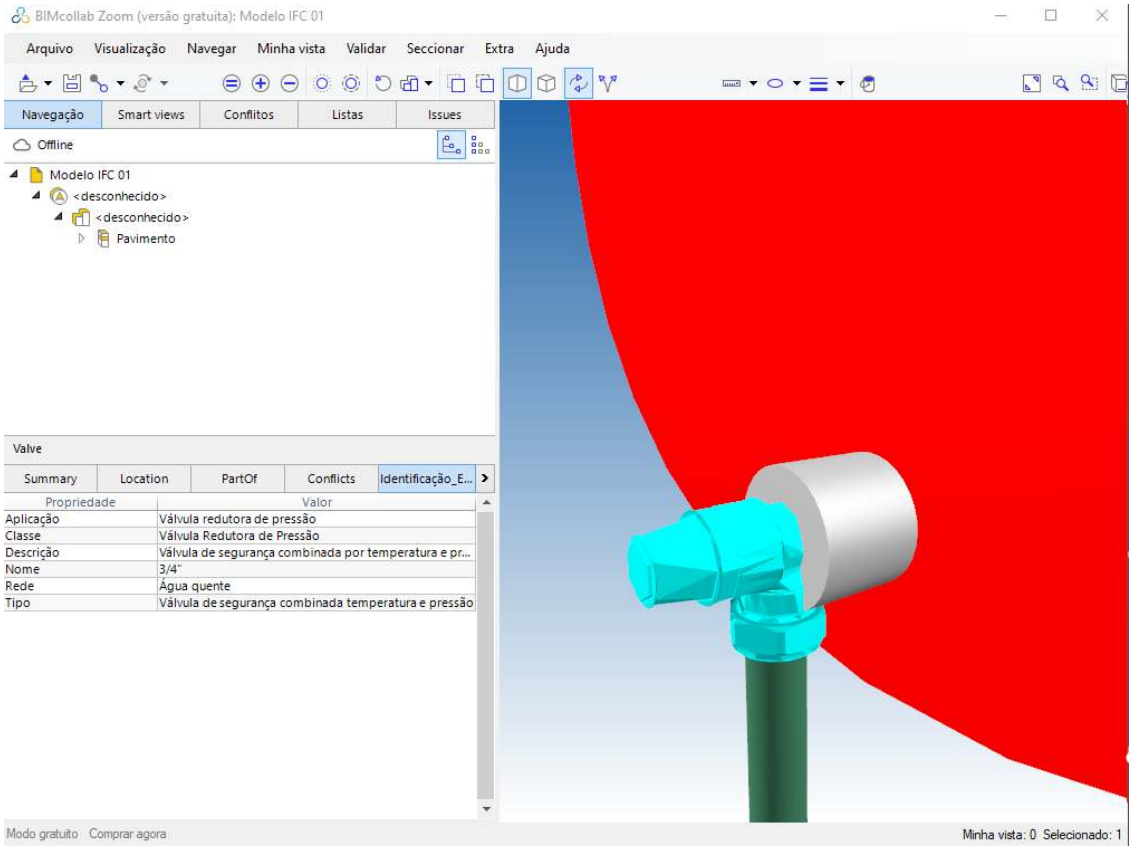


Fonte: do Autor, 2025.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo de cadastro da nova peça ocorreu conforme descrito no guia oficial da plataforma. Na Figura 13, observa-se que os campos de valores das propriedades estão evidentemente idênticos em comparação ao que foi determinado dentro da janela de cadastro de peças na plataforma, o que se pode validar que o cadastro foi efetuado com sucesso além do IFC ter trazido consigo essas informações sem algum tipo de inconsistência.

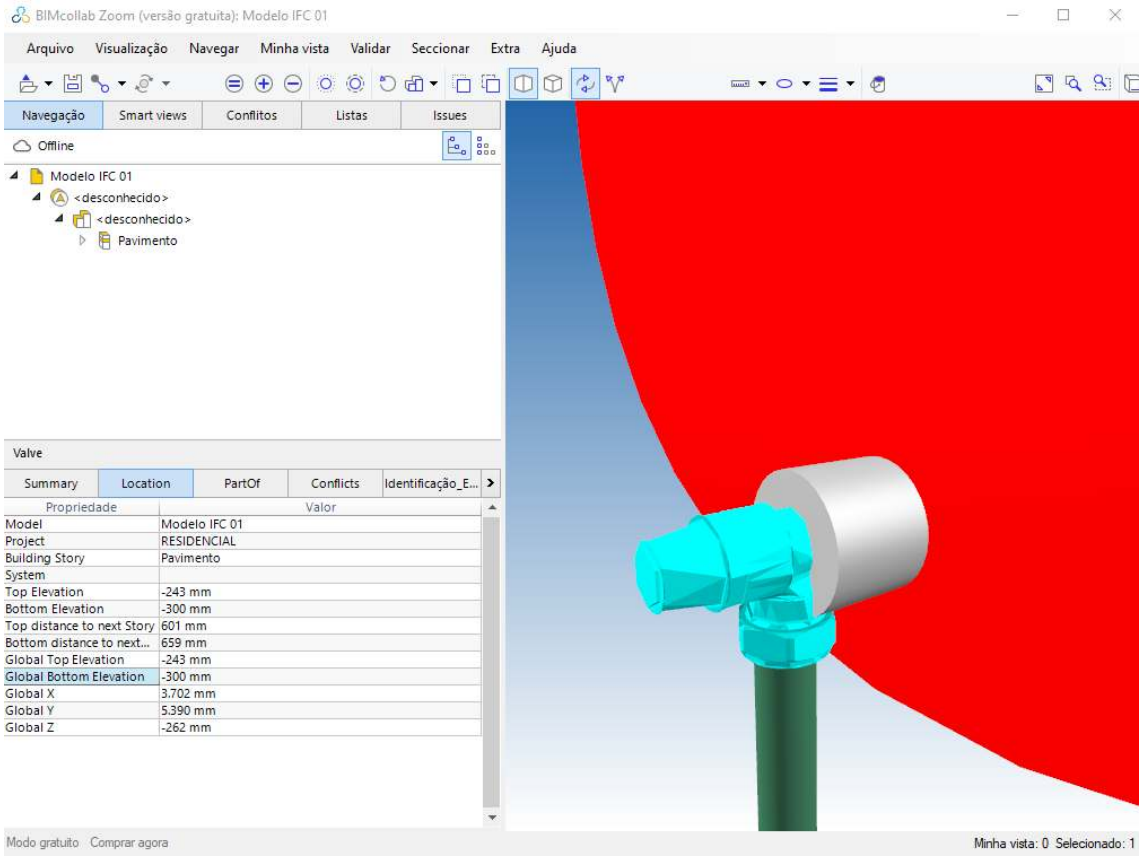
Figura 13: Informações da peça cadastrada conforme identificação.



Fonte: do Autor, 2025.

Outro fator que se verifica neste modelo, na Figura 14, na aba *Location*, é que, a integridade das propriedades geométricas do objeto foi mantida durante a exportação. Denota-se também que os encaixes em pontos de conexão estão coerentes, tanto no ponto da tubulação quanto na conexão para com o reservatório. O que se reserva para caprichos técnicos visando o uso BIM de compatibilidade, seria o ajuste da conexão da válvula e a entrada do reservatório, prevendo um deslocamento a fim de evitar uma interferência em potencial entre modelos quando num ambiente havendo trechos de tubulações mais próximas. Essa etapa exigiu conhecimento prévio das funcionalidades de edição do 3D no AltoQi Builder, o que pode representar uma barreira para usuários iniciantes.

Figura 14: Valores íntegros das propriedades *Location* da peça na exportação.

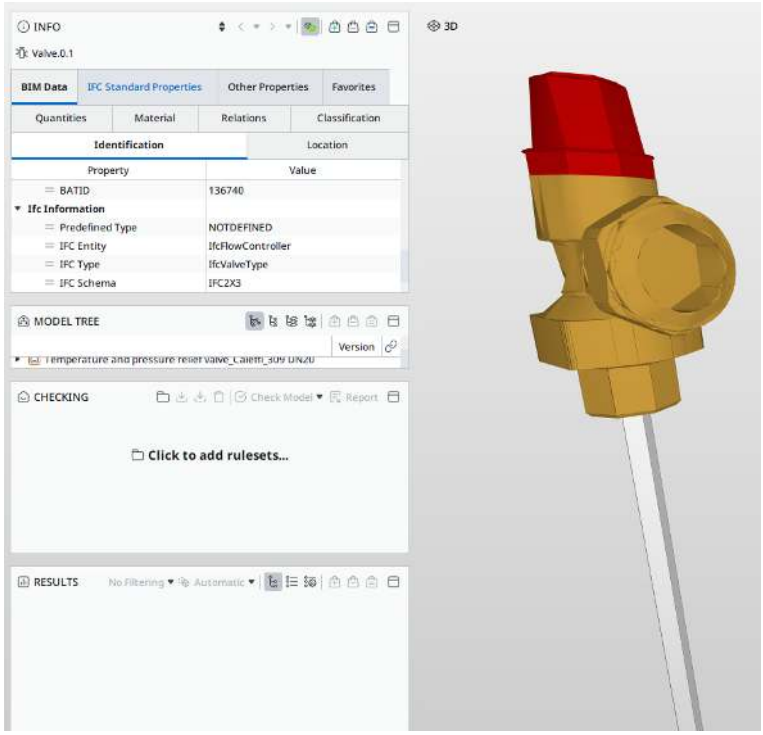


Fonte: do autor, 2025.

Das configurações IFC, a atribuição das classes e propriedades do IFC foram realizadas com alterações e ajustes conforme orientações do guia técnico da plataforma. E nesta etapa observou-se que as propriedades do objeto original foram reconhecidas automaticamente pelo sistema, de acordo com o mapeamento seguido na inserção da entidade IFC 4 correspondendo para com a semântica como recomendado pela plataforma, *IfcValve* e, *PRESSURERELIEF* em *Predefined Type*. Durante esse processo, identificou-se a importância da correspondência entre a nomenclatura e a organização do objeto no *software* de origem e o padrão de comportamento do modelo comparado com objetos semelhantes que já tinham dentro da biblioteca de cadastro da plataforma.

Contudo, observou-se que nem todas as propriedades do objeto original foram reconhecidas automaticamente pelo sistema, conforme estavam: *IFC Entity* como *IfcFlowController, Predefined Type* com *NOTDEFINED*, no que se observa no leitor IFC, *Solibri*, na Figura 15.

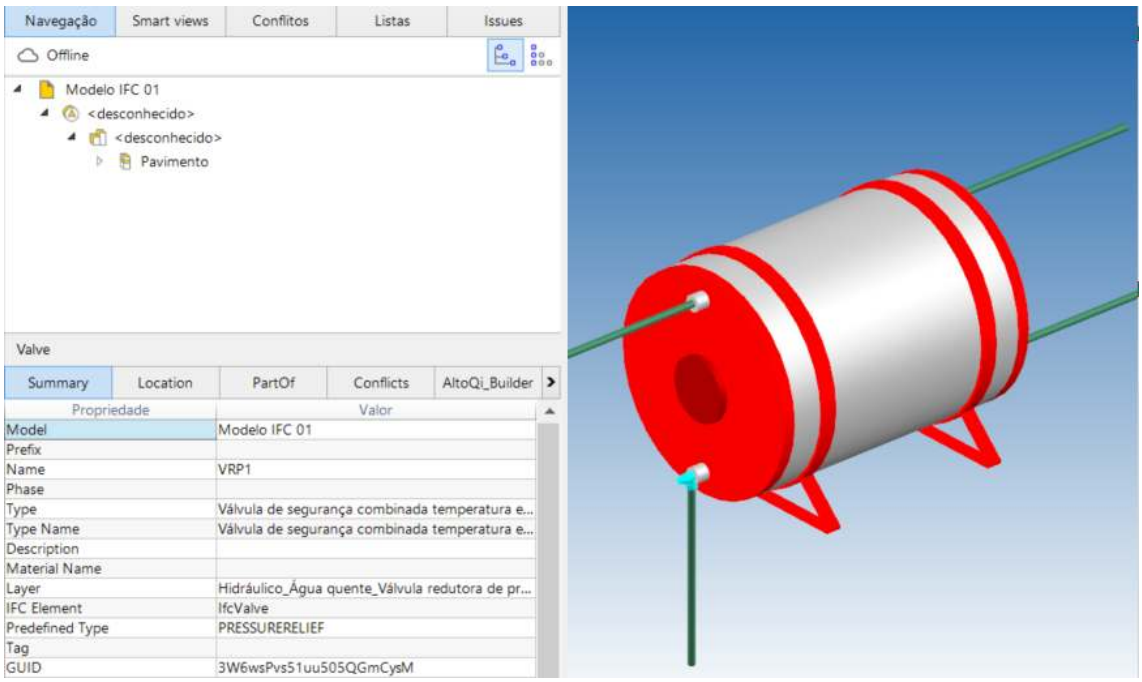
Figura 15: Janela de verificação de informações do objeto BIM no Solibri.



Fonte: do Autor, 2025.

Embora tenha ocorrido ajustes, a exportação do modelo ajustado em formato IFC foi realizada com êxito, seguindo as recomendações do suporte técnico da AltoQi. O arquivo resultante foi submetido à verificação no ambiente do BIMcollab para análise de consistência. Os testes revelaram que a geometria foi mantida integralmente, e que as propriedades de identificação da peça permaneceram íntegras durante o processo de exportação, como *IFC Element e Predefined Type*. A validação no BIMcollab também apontou a presença de alguns outros parâmetros obrigatórios como *name* e *type*, fundamentais para o correto entendimento do objeto em fluxos colaborativos. Isso evidenciou a necessidade das configurações de inserção de informação IFC correlatada à sua semântica e exportação à completude dos dados.

Figura 16: Interface do BIMcollab apresenta valores das propriedades IFC do objeto BIM exportado.



Fonte: do Autor, 2025.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou uma análise prática e crítica da interoperabilidade entre arquivos IFC oriundos de bibliotecas online e o ambiente de modelagem da plataforma AltoQi Builder, com ênfase no cadastramento de peças hidráulicas. Através da importação, edição e validação de um componente específico, foram observados aspectos técnicos relevantes como a leitura correta de entidades IFC, o mapeamento de propriedades e a manutenção da integridade geométrica e informacional do modelo.

Os resultados reforçam a necessidade de critérios objetivos para avaliação da qualidade e eficiência dos objetos BIM utilizados, especialmente no que tange à compatibilidade entre versões do IFC, à precisão dos dados importados e à integração do objeto com demais elementos no modelo. A aplicação de diretrizes técnicas da própria plataforma, aliada ao uso de ferramentas de validação como o BIMcollab, demonstrou ser uma estratégia eficaz para mitigar falhas de interoperabilidade e garantir a fidelidade dos modelos.

Conclui-se que, embora o AltoQi Builder ofereça suporte consistente à importação de objetos BIM, é imprescindível que o usuário possua domínio técnico sobre os fundamentos do padrão IFC — como a correta interpretação de entidades e propriedades, a compreensão das versões (IFC 2x3 e IFC 4) e suas implicações semânticas, além do mapeamento adequado de atributos no ambiente de cadastro da plataforma. Também se faz necessário o uso criterioso de parâmetros de checagem durante o processo de importação, tais como: correspondência entre entidades IFC e categorias do *software*, verificação da integridade geométrica, preservação de metadados (como nome, tipo, fabricante, dimensões) e validação cruzada em visualizadores externos. O estudo contribui para a consolidação de boas práticas no uso de conteúdo BIM aberto e reforça a importância de protocolos mais padronizados para a interoperabilidade no contexto da construção civil brasileira, alinhando-se às diretrizes da ABNT NBR ISO 19650-1 e às demandas crescentes por fluxos colaborativos eficientes em ambientes BIM.

REFERÊNCIAS

ALTOQI, Suporte. **Como cadastrar uma nova peça no AltoQi Builder**. 2024. Disponível em: https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/115007726088 . Acesso em: 17 mar. 2025.

ALTOQI, Suporte. **Como editar uma simbologia 3D no AltoQi Builder**. 2024. Disponível em: https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/4406679539991 . Acesso em: 17 mar. 2025.

ALTOQI, Suporte. **Como exportar o modelo 3D no formato IFC no AltoQi Builder – Compatível com *softwares* BIM**. 2024. Disponível em: https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/115004074714 . Acesso em: 17 mar. 2025.

ALTOQI, Suporte. **Como importar uma simbologia 3D e adicioná-la ao cadastro de uma peça**. 2024. Disponível em: https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/360034900954 . Acesso em: 17 mar. 2025.

ALTOQI, Suporte. **Como importar um arquivo IFC para o AltoQi Builder**. 2024. Disponível em: https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/360001164553 . Acesso em: 17 mar. 2025.

ALTOQI, Suporte. **Configurações IFC no cadastro de peças da plataforma AltoQi Builder**. 2024. Disponível em: https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/115003986093 . Acesso em: 17 mar. 2025.

ALTOQI, Suporte. **Significado das entidades IFC listadas no cadastro de peças da plataforma AltoQi Builder**. 2024. Disponível em: https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/360020893153 . Acesso em: 17 mar. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 19650-1: Organização e digitização de informações sobre edifícios e obras de engenharia civil, incluindo modelagem da informação da construção (BIM) – Gestão da informação usando modelagem da informação da construção – Parte 1: Conceitos e princípios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

BIMOBJECT. **O que é BIM**. 2025. Disponível em: https://business.bimobject.com/pt/por-que-bimobject/o-que-e-bim. Acesso em: 12 mar. 2025.

BUILDINGSMART. **Industry Foundation Classes Release 4 (IFC4) – Specification**. Fev. 2013. Disponível em: https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/. Acesso em: 19 mar. 2025.

CORRÊA, Fabiano Rogério; SANTOS, Eduardo Toledo. Ontologias na construção civil: Uma alternativa para o problema de interoperabilidade com o uso do IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, SP, v. 9, n. 2, p. 7–22, dez. 2014. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/69141. Acesso em: 11 mar. 2025. doi: https://doi.org/10.11606/gtp.v9i2.69141.

EASTMAN, Charles M. et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021. 565 p.

LIMA, F. R. C. et al. Avaliação de interoperabilidade entre softwares BIM utilizando arquivos IFC: um estudo de caso. **Revista Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, SP, v. 16, n. 2, p. 88–104, 2021.

LIMA, João Paulo da Silva. **Compatibilização de projetos através da interoperabilidade entre softwares BIM**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/48827/4/CompatibilizacaoDeProjeto_Lima_2022.pdf. Acesso em: 11 mar. 2025.

MACIEL, Alex Roda. **Automação do processo de corte e dobra de armaduras para estruturas de concreto integrada ao processo BIM.** 2018. Dissertação (Mestrado em Inovação na Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-28082018-142552/pt-br.php. Acesso em: 11 mar. 2025. doi: https://doi.org/10.11606/D.3.2018.tde-28082018-142552.

NOARDO, F. et al. Reference study of IFC software support: The GeoBIM benchmark 2019 – Part I. **Transactions in GIS**, v. 24, n. 5, p. 1159–1189, 2020. doi: https://doi.org/10.1111/tgis.12627.

SUCCAR, Bilal. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357–375, maio 2009. ISSN 0926-5805. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580508001568. Acesso em: 19 mar. 2025. doi: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003.