XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8684

VALIDAÇÃO AUTOMATIZADA DE REQUISITOS DE INFORMAÇÕES CONFORME ISO/DIS 7817-3: ESTUDO DE CASO DE UMA OAE

Automated validation of information requirements according to ISO/DIS 7817-3: A case study of a Civil Structure

Caroline Rutigliane Sampaio
Universidade Estadual de Campinas | Campinas | Brasil | c243024@dac.unicamp.br
Hudson Pereira Costa Alencar
Universidade Estadual de Campinas | Campinas | Brasil | h234006@dac.unicamp.br
Júlio César Freitas Nascimento
Universidade Estadual de Campinas | Campinas | Brasil | j323776@dac.unicamp.br
Pothira Francélia Loretto Picoli
Universidade Estadual de Campinas | Campinas | Brasil | p300140@dac.unicamp.br
Regina Coeli Ruschel
Universidade Estadual de Campinas | Campinas | Brasil | ruschel@unicamp.br
Sérgio Adriano Bizello
Universidade Estadual de Campinas | Campinas | Brasil | s882036@dac.unicamp.br

Resumo
O processo atual de validação de informações em modelos *Building Information Modeling* (BIM) de Obras de Arte Especiais (OAE), especificamente pontes rodoviárias, no Grupo Motiva, é realizado de forma estritamente manual. Este cenário gera gargalos operacionais e aumenta a probabilidade de erros humanos. Nesse contexto, este trabalho analisa o uso da norma ISO/DIS 7817-3, em estágio de consulta, como facilitadora na verificação dos requisitos de informação em projetos de infraestrutura rodoviária, por meio da proposição e demonstração de um protocolo de aplicação fundamentado em um estudo de caso. A formulação do protocolo baseou-se no estudo das diretrizes da norma e na subsequente reestruturação da matriz de requisitos da empresa. Foram desenvolvidos *software* geradores e checadores do *Level of Information Need* (LOIN), com o auxílio de Inteligência Artificial (IA) e embasados nos preceitos da ISO. Os resultados obtidos comprovam a viabilidade desse processo, permitindo às contratantes aferir a completude informacional dos elementos modelados de forma ágil. Demonstramos que a padronização da matriz de informação via XML reduz a fricção entre gestão e coordenação BIM, otimizando a auditoria de dados e garantindo a verificação integral dos modelos, conforme preconizado pela norma ISO 19650-2.

Palavras-chave: *Building Information Modeling* (BIM). ISO/DIS 7817-3. *Level of Information Need* (LOIN). *Industry Foundation Classes* (IFC). Verificação automatizada.

Abstract
The current information validation process in Building Information Modeling (BIM) models for Civil Engineering Structures, specifically highway bridges, at Grupo Motiva, is strictly manual.

SAMPAIO, C. R.; ALENCAR, H. P. C.; NASCIMENTO, J. C. F.; PICOLI, P. F. L.; RUSCHEL, R. C.; BIZELLO, S. A. Validação automatizada de Requisitos de Informações conforme ISO/DIS 7817-3: Estudo de Caso de uma OAE. ENTAC 2026. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

This traditional approach leads to operational bottlenecks and increases human error risks. In this context, this paper analyzes the use of the ISO/DIS 7817-3 standard as a facilitator in verifying information requirements for highway infrastructure projects, through the proposal and demonstration of an application protocol based on a case study. The protocol formulation was based on the study of the standard's guidelines and the subsequent restructuring of the company's requirements matrix. software for generating and checking the Level of Information Need (LOIN) were developed, aided by Artificial Intelligence and based on ISO precepts. The results prove the feasibility of this process, allowing clients to assess the informational completeness of the modeled elements efficiently. We demonstrate that the standardization of the information matrix via Extensible Markup Language (XML) reduces friction between BIM management and coordination, optimizing data auditing and ensuring the full verification of information models, as recommended by the ISO 19650-2 standard.

Keywords: *Building Information Modeling* (BIM). ISO/DIS 7817-3. *Level of Information Need* (LOIN). *Industry Foundation Classes* (IFC). Automated checking.

INTRODUÇÃO

A validação de informações em modelos *Building Information Modeling* (BIM) de Obras de Arte Especiais (OAE), particularmente pontes rodoviárias, ainda enfrenta desafios significativos devido à sua forte dependência de processos manuais. Estes métodos tradicionais de verificação exigem um tempo excessivo e são altamente suscetíveis a erros humanos [1]. Estudos indicam que a revisão manual possui uma natureza laboriosa e inconsistente, frequentemente resultando em atrasos substanciais e custos elevados em projetos de construção [2]. Consequentemente, tal limitação compromete a integridade dos dados e a interoperabilidade entre as partes interessadas, um aspecto que se mostra crucial para a padronização e o intercâmbio de informações em projetos complexos [3].

Para superar as barreiras da extração manual de requisitos inerentes aos sistemas atuais de *Automated Code Checking*, a automação da verificação se mostra como uma solução essencial. Sua implementação através do *Automated Rule Checking* visa mitigar os problemas da revisão manual, aprimorando a eficiência, a precisão e a confiabilidade na avaliação da completude informacional de modelos BIM em infraestrutura. A relevância da verificação automatizada transcende a mera detecção de não conformidades, configurando-se como um fator crítico para garantir a completude e a consistência da tomada de decisões ao longo de todo o ciclo de vida do ativo construído [3]. Contudo, a tradução de regulamentos e requisitos complexos em regras de verificação automáticas ainda representa um desafio substancial, exigindo uma estruturação clara para viabilizar o processo computacional [2]. É nesse cenário que a integração de linguagens de modelagem de regras e ontologias se faz fundamental para facilitar a transposição de especificações textuais para formatos legíveis por máquina [4].

A norma ISO/DIS 7817-3 [5], em estágio de consulta, surge como uma solução robusta para preencher essas lacunas, fornecendo uma estrutura formal de especificação e verificação que padroniza o LOIN [9]. A aplicação desta norma contribui para a eficiência na entrega de dados e estende-se, inclusive, à validação de requisitos não-geométricos, demonstrando a sua grande versatilidade para além da verificação

dimensional. Quando complementada pela IA Generativa, torna-se possível a transformação desses requisitos complexos em arquivos XML estruturados, viabilizando uma automação sem precedentes na verificação da conformidade de modelos BIM com as especificações contratuais [7].

Buscando investigar essas capacidades perante as limitações das abordagens tradicionais, o presente trabalho emprega a ISO/DIS 7817-3 como estrutura base de um protocolo de aplicação específico para modelos BIM de pontes rodoviárias. Por meio da análise de um estudo de caso, a metodologia integra as diretrizes normativas com tecnologias de Inteligência Artificial (IA) para criar uma ferramenta estruturada em linguagem Python. O objetivo é usar a norma ISO/DIS 7817-3 para validar se os requisitos de informação foram entregues pelos projetistas contratados pela concessionária.

REVISÃO DA LITERATURA

LEVEL OF INFORMATION NEED (LOIN) E ISO/DIS 7817

A superação das limitações históricas associadas a métricas rígidas como o *Level of Development (*LOD*)* foi impulsionada pela formalização do conceito de *Level of Information Need* (LOIN), inicialmente introduzido pela série ISO 19650 [8] e consolidado pela ISO 7817-1:2024 [9]. A norma define que o LOIN é especificado em termos de informação geométrica, alfanumérica e documentação, organizados a partir de quatro pré-requisitos: propósito, marco de entrega, atores e objetos dentro de uma estrutura de decomposição.

A literatura demonstra a versatilidade do LOIN em múltiplos domínios: Gragnaniello et al. aplicaram o conceito em sistemas de monitoramento estrutural de viadutos italianos, utilizando arquivos *Information Delivery Specification* (IDS) gerados a partir do LOIN para automatizar a validação de modelos *Industry Foundation Classes* (IFC) em formato IFC4x3. De forma análoga, Alsehrawy et al. propuseram o *framework Green Level of Information Need* (GLOIN) para integrar critérios de sustentabilidade LEED diretamente em modelos BIM, com base na ISO 7817-1:2024, demonstrando redução de 60–70% no tempo de documentação em projetos de edificações sustentáveis. Adicionalmente, Ferreira et al. integraram o LOIN à avaliação do ciclo de vida (LCA) em projetos de construção, demonstrando como a definição progressiva de requisitos de informação suporta tomadas de decisão ambientais mais eficientes. Contudo, a implementação prática do *framework* LOIN no domínio específico da infraestrutura rodoviária permanece incipiente.

DIGITALIZAÇÃO DE REQUISITOS E XML (LOINXML / IDS)

A transição para a verificação automatizada de modelos BIM exige que as diretrizes de projeto sejam convertidas em formatos estruturados e legíveis por máquina, consolidando o uso da linguagem *Extensible Markup Language* (XML) como o principal veículo de interoperabilidade. Destacam-se esquemas como o IDS e o LOINXML, este último em vias de padronização pela norma ISO/DIS 7817-3. A norma ISO 23387:2025 complementa esse ecossistema ao definir *templates* de dados para objetos utilizados

no ciclo de vida dos ativos construídos. Para esse estudo, a norma ISO 23387:2025 não foi utilizada no protocolo realizado para estudo de caso.

A autoria manual desses arquivos XML é complexa e restrita a profissionais especialistas com conhecimentos avançados em linguagens de marcação. Para mitigar essa barreira, Dóring [7] demonstrou um fluxo de trabalho que evidencia o potencial transformador da IA Generativa na engenharia de requisitos BIM: partindo do LOIN estruturado segundo a ISO 7817-1 e com apoio de Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLM), a autora gera automaticamente arquivos IDS validados, eliminando a codificação manual. Akbas, Bolpagni et al. [4] reforçam esse quadro ao demonstrar que o LOINXML, por cobrir simultaneamente requisitos geométricos, alfanuméricos e documentais, oferece abrangência superior ao IDS, que se restringe a propriedades alfanuméricas baseadas no esquema IFC. Alinhando-se a essa fronteira tecnológica.

OPEN BIM E INTEROPERABILIDADE (IFC)

O paradigma do *OpenBIM* fundamenta-se na adoção de formatos abertos para promover a interoperabilidade e mitigar a perda de informações durante a colaboração entre diferentes plataformas de software. O *Industry Foundation Classes* (IFC), normatizado pela ISO 16739-1 [12], consolidou-se como o principal esquema de dados neutro para o intercâmbio de modelos digitais, processando tanto o conteúdo geométrico quanto o alfanumérico dos empreendimentos de forma independente de fornecedores [6].

Apesar de sua ampla adoção no setor de edificações, a literatura aponta que a aplicação do padrão IFC em projetos de infraestrutura, como pontes e OAEs, historicamente esbarrou em limitações semânticas significativas. Antes da introdução do IFC 4.3, os elementos estruturais de pontes, viadutos ou ferrovias eram frequentemente representados por entidades genéricas como IfcBuildingElementProxy. Essa adaptação técnica reduz severamente a precisão semântica e a granularidade dos dados, provocando falhas de interoperabilidade e potenciais erros de interpretação entre software BIM especializados em infraestrutura. A falta de padrões consolidados para o domínio rodoviário ainda representa uma barreira para a efetividade dos fluxos de trabalho colaborativos, e reforça a necessidade de metodologias que estruturem as exigências informacionais por meio do LOIN, preconizado pelas diretrizes da série ISO 7817.

METODOLOGIA

A literatura aponta que a ausência de diretrizes consolidadas e a fragmentação de formatos de dados representam barreiras significativas para a adoção plena de fluxos colaborativos nestas obras [4]. Um dos gargalos mais críticos nesse cenário reside na verificação de conformidade dos modelos BIM em relação aos requisitos de informação estabelecidos. A validação, geralmente manual, baseia-se em inspeções visuais, com uma alta demanda de tempo e suscetível a erros humanos. Neste contexto surge, a necessidade de automação desse processo de revisão, convertendo

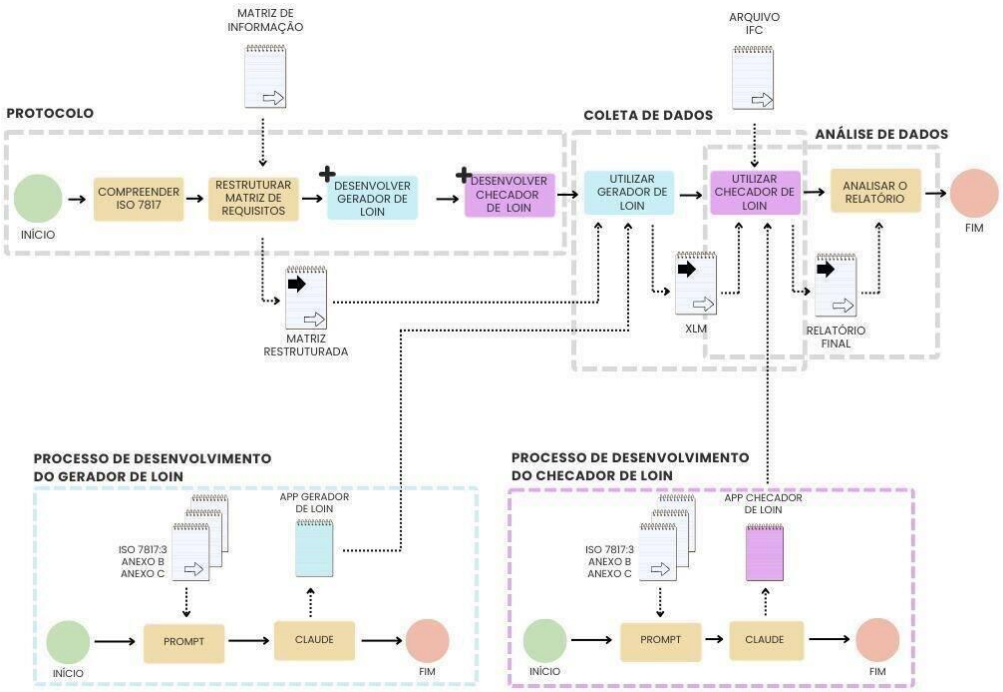
diretrizes textuais complexas em especificações legíveis por máquina para mitigar falhas e garantir uma avaliação de completude informacional ágil e precisa.

A pesquisa caracteriza-se metodologicamente como um Estudo de Caso, tendo como objeto de análise principal uma OAE, especificamente uma ponte rodoviária, o material fornecido conta com uma matriz de informações, arquivo IFC da OAE e dados necessários disponibilizados pelo Grupo Motiva. Para fins de avaliação pormenorizada, a unidade-caso adotada foram elementos estruturais, embora a sistemática desenvolvida possua flexibilidade metodológica para ser perfeitamente aplicada em outras unidades e elementos projetados. O desenvolvimento prático da pesquisa fundamentou-se na proposição e demonstração de um protocolo de aplicação focado na verificação automatizada de modelos no formato *OpenBIM*.

ELABORAÇÃO DO PROTOCOLO

Após a definição do Estudo de Caso e a escolha da Unidade caso, o protocolo adotado foi estruturado em etapas consecutivas, conduzindo o fluxo desde a compreensão teórica até a validação prática com a análise dos dados coletados:

Figura 1 - Sequência das etapas do protocolo de projeto desenvolvido:



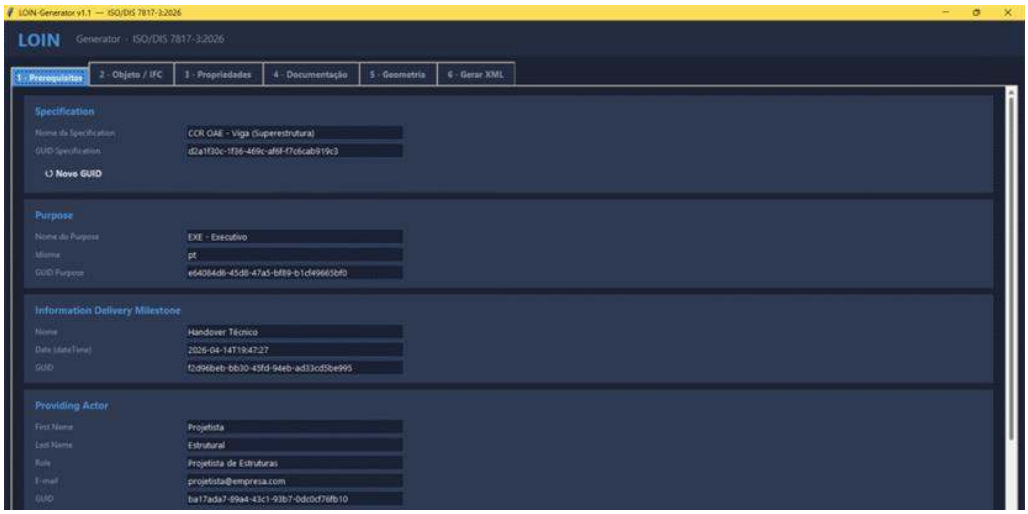
Fonte: Elaborado pelos autores

O processo iniciou-se com a compreensão da norma ISO/DIS 7817-3, atualmente em fase de consulta, empregando-a como estrutura central para formalizar a especificação de requisitos de informação.

Com o entendimento da norma, e com o auxílio da IA Generativa Claude Sonnet 4.5, desenvolveu-se um *software* gerador do LOIN. A ISO/DIS 7817-3 prevê que essa informação seja expressa em formato legível por máquina tipo XML, os anexos B e C da norma, apresentam o XML modelo e o XSD (XML *Schema Definition*), estes foram anexados junto ao seguinte *prompt* simplificado: Preciso criar um *software desktop*

Windows (.exe) em Python com interface gráfica (tkinter) chamado *LOIN-Generator* que gera documentos XML conformes ao XSD oficial da norma ISO/DIS 7817-3:2026.

Figura 2 - Interface Inicial do Gerador de *LOIN* (*software* LOIN-*Generator*).



Fonte: Elaborado pelos autores

O *software* LOIN-*Generator* foi desenvolvido seguindo estritamente o que preconiza a norma, para que possa ser usado por qualquer empresa que tenha um processo de exigência de informações em suas contratações.

Após, houve à reestruturação da matriz de informações disponibilizada pelo Grupo Motiva. O objetivo foi simplificar as definições da matriz original com base apenas nas diretrizes da ISO. O próprio LOIN-*Generator* disponibiliza para *download* uma planilha em .xlsx, que deve ser preenchida e, em seguida, importada para o *software* responsável por interpretá-la e converter a mesma em XML. Esse processo resulta em uma matriz de requisitos denominada Matriz Reestruturada. É importante destacar que a matriz original apresenta o conjunto de informações de todos os elementos que poderiam ter em uma OAE; nesta pesquisa, optou-se por realizar a análise LOIN de cada elemento de forma fragmentada, o que caracteriza essa reestruturação.

Figura 3 - Matriz Reformulada para o objetivo da norma

Grupo	Propriedade	Tipo	MinInclusive	MaxInclusive	PossibleValues (ponto e vírgula)
A_Dados Projeto	COR_FaseProjeto	STRING			
B_Info Objetos	COR_NomeObjeto	STRING			
B_Info Objetos	COR_Disciplina	STRING			IO;GI;IU;IDR;SI;OC;PV;ISI;IG;GG;IN;DS;PA
B_Info Objetos	COR_Situacao	STRING			A.S.A.;A.S.D.;A.S.M.;A.S.R.;A.S.RI.;A.S.I;A.S.RM;A.S.U.
C_Propriedade Objetos	COR_Nivel	STRING			SUPER
C_Propriedade Objetos	COR_Comprimento	REAL	0.0		
C_Propriedade Objetos	COR_Largura	REAL	0.0		
C_Propriedade Objetos	COR_Altura	REAL	0.0		
C_Propriedade Objetos	COR_Area	REAL	0.0		
C_Propriedade Objetos	COR_Volume	REAL	0.0		
C_Propriedade Objetos	COR_Alma	REAL	0.0		
C_Propriedade Objetos	COR_InclinacaoLongi	REAL	0.0		
C_Propriedade Objetos	COR_InclinacaoTransv	REAL	0.0		
C_Propriedade Objetos	COR_PesoTotal	REAL	0.0		
C_Propriedade Objetos	COR_TaxaAco	REAL	0.0		
C_Propriedade Objetos	COR_CotaInicio	REAL	0.0		
C_Propriedade Objetos	COR_CotaFim	REAL	0.0		
C_Propriedade Objetos	COR_CotaFundo	REAL	0.0		
C_Propriedade Objetos	COR_CotaTopo	REAL	0.0		
E_Requisitos Especificos	COR_ResistenciaMPa	REAL	0.0		

Fonte: Elaborado pelos autores

Empregando uma lógica semelhante à criação do LOIN-*Generator*, desenvolveu-se um

software, de forma totalmente independente, que faz a confrontação do XML com um modelo IFC para verificar se os requisitos de informação presentes na matriz de informação estavam preenchidos no modelo. Utilizando a mesma base normativa (ISO/DIS 7817:3 e anexos B e C) inseriu-se o seguinte *prompt:* Preciso criar um *software desktop* Windows (.exe) em Python com interface gráfica (tkinter) chamado LOIN-*Checker* que verifica modelos IFC contra requisitos definidos em documentos XML conformes à norma ISO/DIS 7817-3:2026, na ferramenta Claude.

Figura 4 - Interface Inicial do *LOIN-Checker*.



Fonte: Elaborado pelos autores

O LOIN-*Checker* faz, primeiro, a confrontação do XML frente ao XSD, para verificar se este estava escrito da forma correta de acordo com a norma; em seguida, sucede a tarefa de varrer o modelo IFC buscando pelos elementos e propriedades exigidas pelo arquivo XML.

Com o teste prático do *software* gerador de LOIN (*software* LOIN-*Generator*) mediante a utilização da matriz de informações do Grupo Motiva, resultou na elaboração de três arquivos estruturados em formato XML, para verificar vigas, pilares e estacas, garantindo que os requisitos se tornassem legíveis por máquina conforme preconiza a norma.

Na etapa seguinte, testou-se o *software* checador de *LOIN* (*software* LOIN-*Checker*). Foram confrontados na ferramenta desenvolvida o arquivo XML gerado pelo LOIN-*Generator* e o arquivo IFC do modelo da OAE disponibilizado pelo Grupo Motiva.

Todo esse processo resultou na emissão autônoma de um relatório de verificação e validação de dados, focado na verificação da entrega ou não das informações solicitadas dentro do processo de projeto.

A etapa final consistiu na análise crítica do relatório de verificação e validação, com o intuito de extrair as contribuições positivas do protocolo proposto e otimizar a auditoria de dados, bem como mapear eventuais problemas e gargalos na sistemática de análise automatizada.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8684

RESULTADOS

RESULTADOS DA COLETA DE DADOS:

Foi realizada auditoria no relatório de verificação emitido pelo LOIN-*Checker*, afastando-se das inspeções visuais convencionais e operando sob a premissa do *OpenBIM*, independente de software de autoria proprietários. O processamento validou os requisitos em múltiplos níveis algorítmicos buscando a existência da propriedade, detecção de valor vazio, tipo de dado, intervalos e valores possíveis, emitindo, ao final, relatórios HTML automatizados para cada tipologia estrutural. Esses documentos digitais registraram de forma objetiva contadores estatísticos globais de cada elemento.

Dentro do processo de verificação do Grupo Motiva, as informações obtidas no relatório são suficientes para satisfazer as premissas da ISO/DIS 7817:3, analisando em cada elemento, a propriedade solicitada através do arquivo de XML LOIN. Os resultados gerados mostram que se a propriedade está conforme, quando há informação ela está alinhada com o formato solicitado, parcial, sendo valor vazio, quando há a propriedade no objeto, mas ela não apresenta valor, e o não conforme, quando a propriedade está ausente no modelo.

Figura 5: Amostra de resultados de verificação de conformidade - Pilares (*IfcColumn*)



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos relatórios do *LOIN-Checker*.

DISCUSSÃO

A avaliação analítica dos relatórios de validação automatizada evidenciou que a ferramenta foi capaz de rastrear a conformidade da informação agrupando as exigências por *Property Sets* lógicos definidos em contrato. Os resultados para os

pilares *(IfcColumn)*, apresentados na Figura 6, ilustram o diagnóstico obtido: os grupos A_Dados Projeto e B_Info Objetos atingiram 100% de conformidade; o grupo C_Propriedade Objetos obteve 36,4%; os grupos D_Propriedades Geográficas e F_Estimativa de Custos registraram 0%; e o grupo E_Requisitos Específicos alcançou 16,7%, resultando em 33,3% de conformidade total. Esses índices revelam que, embora os dados de identificação básica estejam consistentemente preenchidos, propriedades técnicas especializadas como CCR_ClasseAco, CCR_Cobrimento e CCR_Material apresentam valores ausentes ou vazios no modelo *IFC* atual.

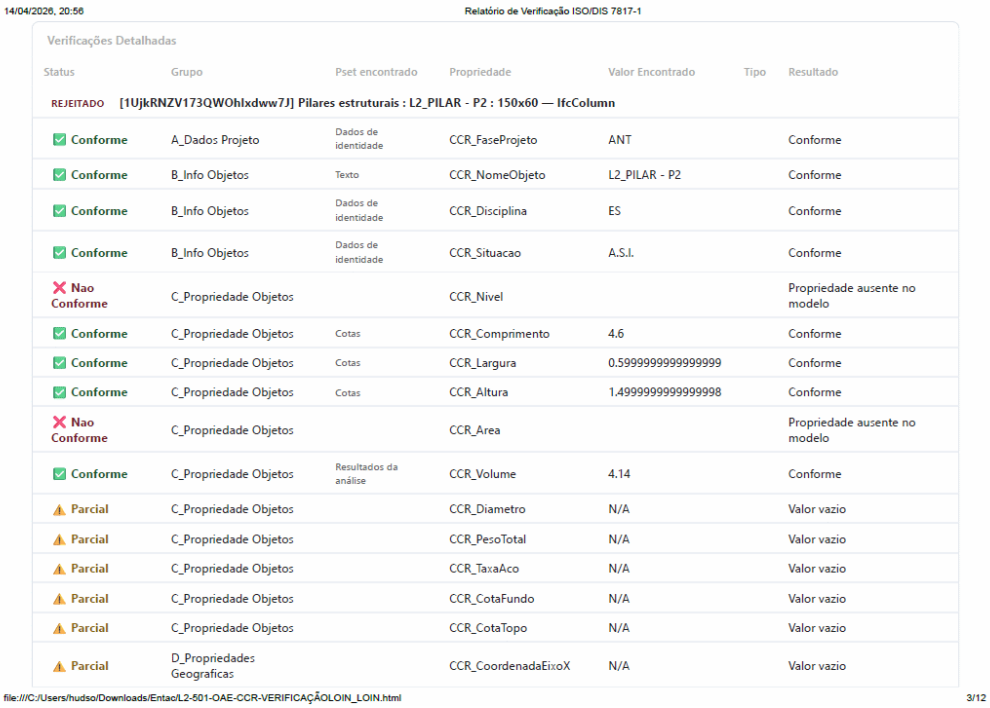
Figura 6: Amostra de resultados de verificação de conformidade - Pilares (*IfcColumn*)

Sumário por Grupo de Propriedades

Grupo	Conformes	Total	Conformidade	Progresso
A_Dados Projeto	6	6	100.0%	
B_Info Objetos	18	18	100.0%	
C_Propriedade Objetos	24	66	36.4%	
D_Propriedades Geograficas	0	12	0.0%	
E_Requisitos Específicos	6	36	16.7%	
F_Estimativa de Custos	0	24	0.0%	

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos relatórios do *LOIN-Checker*.

Figura 7: Amostra de resultados de um unidade de Pilares (*IfcColumn*)



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos relatórios do *LOIN-Checker*.

O conjunto de resultados empíricos comprovou a viabilidade técnica do protocolo delineado e dos *software* desenvolvidos. O cruzamento sistêmico confirmou a objetividade da norma ISO/DIS 7817-3 para alicerçar auditorias *OpenBIM*, atestando que a digitalização via XML, quando alinhada a desenvolvimento de ferramentas automatizadas, otimiza a averiguação massiva de componentes, converte diretrizes

complexas em constatações quantificáveis e fornece métricas precisas sobre a completude informacional das entregas.

Esses achados corroboram estudos correlatos: Gragnaniello et al. [6] demonstraram resultado análogo na validação de modelos IFC de viadutos, gerando arquivos IDS a partir de LOINs definidos via script Python, e Alsehrawy et al. [1] verificaram que a estruturação de requisitos baseada na ISO 7817-1:2024 reduz significativamente o tempo de documentação em contextos BIM.

Diferentemente de Gragnaniello et al. [6], que adotaram o esquema IDS para validar modelos IFC de viadutos, o protocolo aqui proposto utiliza o LOINXML conforme a ISO/DIS 7817-3. Isso amplia a verificação para além dos requisitos alfanuméricos, cobrindo também os geométricos e documentais, abrangência que Akbas et al. [4] apontam como uma vantagem estrutural do LOINXML em relação ao IDS. Essa diferença está no instrumento de especificação adotado, não na conclusão geral sobre a viabilidade da verificação automatizada, já corroborada na comparação anterior.

Os índices nulos registrados nos grupos D e F indicam que, embora o verificador funcione corretamente, os modelos analisados ainda não contemplam essas propriedades, resultado consistente com as limitações do *Automated Rule Checking* baseado em IFC apontadas por Sobhkhiz et al. [3]. Em relação ao padrão de especificação adotado, o LOINXML da ISO/DIS 7817-3 demonstrou abrangência superior ao IDS, por cobrir também requisitos geométricos e documentais. Por fim, a abordagem se conecta ao trabalho de Dóring [7], que utilizou LLM para gerar arquivos IDS a partir do LOIN: neste estudo, a IA foi empregada no desenvolvimento das ferramentas de verificação, avançando uma etapa no ciclo *OpenBIM*.

CONTRIBUIÇÕES

A presente pesquisa articula-se em torno de três eixos fundamentais de contribuição para a gestão da informação na construção civil.

No campo prático, o estudo avança ao aplicar e documentar as diretrizes da norma ISO/DIS 7817-3 no contexto específico da infraestrutura rodoviária, preenchendo uma lacuna metodológica pertinente à formalização do LOIN para OAE, domínio ainda incipiente na literatura internacional.

Sob a ótica tecnológica, a inovação consolida-se no desenvolvimento de dois *software* de código aberto: o LOIN-*Generator* (v1.1) e o LOIN-*Checker* (v2.0), distribuídos como executáveis *standalone* para Windows. Esses instrumentos viabilizam a transição da teoria para a prática ao automatizar a tradução de diretrizes para o formato padronizado XML e ao executar a auditoria computacional em modelos paramétricos IFC, mitigando a dependência de processos manuais e de licenças de software proprietário. O conjunto de *software* e artefatos empíricos encontra-se disponível em repositório público git hub, https://github.com/arqhudsoncosta-ui/LOIN-Checker e https://github.com/arqhudsoncosta-ui/LOIN-Generator. Como contribuição teórica, o artigo estabelece um protocolo metodológico, validado empiricamente, conforme

demonstrado na Figura 1, replicável para a verificação de conformidade de outras OAEs e de diferentes tipologias de elementos estruturais ou qualquer outro elemento modelado em BIM. Espera-se que trabalhos futuros expandam esta abordagem para redes de infraestrutura mais abrangentes, investigando a integração dessas ferramentas de auditoria diretamente em Ambientes Comuns de Dados (CDE - *Common Data Environment*) corporativos, para monitoramento estrutural de pontes e para integração BIM-LCA baseada em LOIN.

LIMITAÇÕES

É importante ressaltar que este trabalho focou estritamente na verificação da presença ou ausência de informações (completude), sem avaliar se os valores extraídos estão tecnicamente corretos face ao memorial descritivo do projeto. Ademais, embora o LOIN-*Checker* possua suporte técnico para validação geométrica, conforme previsto na norma, os autores optaram por restringir esta pesquisa à verificação alfanumérica, em razão das prioridades estabelecidas pelo Grupo Motiva para esta etapa do estudo. Adicionalmente, os resultados derivam de um único estudo de caso, com foco em uma tipologia específica de projeto, o que limita a generalização imediata das conclusões para outros contextos de aplicação. Futuras iterações do protocolo devem, portanto, incluir a checagem de regras geométricas, a ampliação para outras tipologias estruturais e a integração direta em CDE corporativos.

AGRADECIMENTOS

Grupo Motiva Rodovias, pelo fornecimento dos dados e modelo IFC da OAE utilizada no estudo de caso.

AUTODECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, os autores utilizam Claude Sonnet 4.5 para o desenvolvimento do código de programação dos software de geração e validação do XML. E NotebookLM para a tradução, revisão, melhoria de coesão, interpretação de dados, etc. do texto. Após a utilização das ferramentas, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] ALSEHRAWY, A.; TONG, M.; AMOUDI, O. Leveraging ISO 7817 for BIM-driven sustainability assessments: The GLOIN framework. Journal of Building Engineering, v. 116, p. 114527, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jobe.2025.114527.

[2] MENDONÇA, E.; MANZIONE, L.; HJELSETH, E. Converting Brazilian Accessibility Standard for BIM-Based Code Checking using RASE and SMC. In: Proceedings of the 37th CIB W78 Conference, p. 292-305, São Paulo, Brazil, 2020.

[3] SOBHKHIZ, S.; ZHOU, Y.-C.; LIN, J.-R.; EL-DIRABY, T. E. Framing and Evaluating the Best Practices of IFC-Based Automated Rule Checking: A Case Study. Buildings, v. 11, n. 10, p. 456, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings11100456.

[4] AKBAS, R.; BOLPAGNI, M.; BORRMANN, A. et al. A holistic approach to information requirements: LOIN and IDS integration in BIM workflows. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), v. 30, p. 731–744, 2025. DOI: https://doi.org/10.36680/j.itcon.2025.031.

[5] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO/DIS 7817-3. Building information modelling. Level of information need. Part 3: Data template. Genebra: ISO, 2026 (em elaboração).

[6] GRAGNANIELLO, C. et al. BIM-based design and setup of structural health monitoring systems for bridge infrastructure. Automation in Construction, v. 158, p. 105245, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105245.

[7] DÓRING, M. S. Padronização e validação de requisitos BIM: do LOIN ao IDS com apoio de inteligência artificial. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2025, São Paulo. Anais... São Paulo: FAUUSP, 2025. DOI: https://doi.org/10.46421/sbqp.v9i.7880.

[8] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 19650-2:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works. Information management using BIM. Part 2: Delivery phase of the assets. Genebra: ISO, 2018.

[9] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7817-1:2024. Building information modelling. Level of information need. Part 1: Concepts and principles. First edition. Genebra: ISO, 2024.

[10] FERREIRA, M. T. H. A.; AGUIAR COSTA, A.; SILVESTRE, J. D. Integrating life cycle assessment and building information modelling: A purpose-driven approach based on Level of Information Need. Journal of Building Engineering, v. 118, p. 115006, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jobe.2025.115006.

[11] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. BS EN ISO 23387:2025. Building information modelling (BIM). Data templates for objects used in the life cycle of assets. Genebra: ISO, 2025.

[12] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 16739-1:2024. Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries. Part 1: Data schema. Genebra: ISO, 2024.