

VERIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE CONFORMIDADE: A BUSCA DA SÍNTESE NOS REQUISITOS

Automated Compliance Checking: The Quest for Synthesis in Requirements

Katia Alves Barcelos

Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre, RS | katia.barcelos@gmail.com

Eduardo Luis Isatto

Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre, RS | isatto@ufrgs.br

RESUMO

A verificação automática de conformidade (ACC) no setor AEC enfrenta desafios como fragmentação normativa, baixa interoperabilidade BIM e linguagem ambígua. Neste artigo, como método, utiliza-se a abordagem da Design Science Research (DSR) para desenvolver um artefato que auxilie autores de normas na formulação de regras mais adequadas à ACC. Foram aplicadas duas estratégias de formalização: a metodologia RASE (*Requirement, Applicability, Selection, Exception*) e a estrutura Sujeito-Verbo-Objeto (SVO), que possibilitam a decomposição semântica das cláusulas normativas. Três requisitos de pé-direito habitacional foram extraídos de diferentes fontes e codificados em um protótipo *Information Delivery Specification* (IDS), que viabiliza a ACC em modelos *Industry Foundation Classes* (IFC). Os resultados demonstram que a formalização dos requisitos torna os regulamentos mais claros, reutilizáveis e escaláveis. Contudo, a conversão total ainda depende de intervenção humana para lidar com ambiguidades linguísticas. Conclui-se que a combinação de técnicas semânticas e ferramentas digitais, aliada à padronização normativa, contribuirá para o avanço efetivo da ACC.

Palavras-chave: Verificação Automática de Conformidade; openBIM; IDS; RASE; síntese normativa.

ABSTRACT

Automated Compliance Checking (ACC) in the AEC sector faces challenges such as regulatory fragmentation, low BIM interoperability, and ambiguous language. In this article, the Design Science Research (DSR) approach is employed as a method to develop an artefact that assists standard authors in formulating rules more suitable for ACC. Two formalisation strategies were applied: the RASE methodology (Requirement, Applicability, Selection, Exception) and the Subject-Verb-Object (SVO) structure, which enables the semantic decomposition of regulatory clauses. Three ceiling height requirements were extracted from various sources and encoded into a prototype Information Delivery Specification (IDS), which enables the use of ACC in Industry Foundation Classes (IFC) models. The results show that formalising requirements makes regulations clearer, more reusable, and more scalable. However, complete conversion still requires human intervention to handle linguistic ambiguities. It is concluded that the combination of semantic techniques and digital tools, together with regulatory standardisation, will contribute to the effective advancement of ACC.

Keywords: Automated Compliance Checking; openBIM; IDS; RASE; regulatory synthesis.

1 INTRODUÇÃO

A crescente complexidade dos projetos na indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), somada à diversidade de normas e à exigência de conformidade técnica, impulsiona o uso de soluções de Verificação Automatizada de Conformidade (ACC) (Beach, Hippolyte e Rezgui, 2020). Contudo, sua aplicação enfrenta desafios como a fragmentação normativa, a baixa qualidade dos dados no BIM e a dificuldade de converter textos legais em formatos legíveis por máquina (Zou *et al.*, 2022).

Este artigo propõe um método para auxiliar quem elabora normas, com foco em tornar as regras mais adequadas à interpretação computacional. São exploradas duas abordagens – RASE e Sujeito-Verbo-Objeto – para estruturar logicamente os textos normativos, facilitando sua reescrita em formatos compatíveis com ACC. É também apontado que os métodos existentes de interpretação de regras não conseguem alcançar simultaneamente um alto nível de automação e um amplo escopo de aplicação (Zhou *et al.*, 2022).

A proposta é, portanto, uma ação proativa: repensar a forma como os textos normativos são redigidos, tornando-os mais claros e estruturados para uso computacional. Um estudo de caso sobre altura mínima de pé-direito em habitações mostra como diferentes exigências legais podem ser unificadas em especificações interoperáveis, promovendo clareza, eficiência e escalabilidade na verificação automatizada.

2 CONVERSÃO DE LINGUAGEM HUMANA PARA COMPUTACIONAL

As abordagens iniciais formalizaram regras para aplicação inequívoca (Nawari, 2019), utilizando tabelas de decisão, redes de informação, sistemas organizacionais e regras “se-então” (Zhou *et al.*, 2022). Embora pioneiras na automação, são *hard-coded*, exigindo inclusão direta de dados no código-fonte, dificultando manutenção e generalização (Zhang *et al.*, 2023b).

Ontologias e Linguagens de Regras Semânticas (Web Ontology Language - OWL, Semantic Web Rule Language - SWRL, SPARQL (consultas), ifcOWL) permitem integração de dados heterogêneos, raciocínio lógico e interoperabilidade semântica, além de integrar requisitos ao processo construtivo (Zheng *et al.*, 2022). Definem conceitos de forma não ambígua e processável por máquina (Zhong *et al.*, 2012). Porém, apresentam complexidade na criação e manutenção, dificuldade com ambiguidade e subjetividade da linguagem natural, exigindo especialistas (Jiang, Shi e Wang, 2022; Xu e Cai, 2020).

Técnicas de Processamento de Linguagem Natural (NLP) e Aprendizado de Máquina (Deep Learning, Transformers, Large Language Models - LLMs) realizam análise sintática e semântica, extraindo informações de textos regulatórios e convertendo-as em formatos computáveis (Zhou *et al.*, 2022; Zhang e El-Gohary, 2023a). Apresentam alta automação, lidam com múltiplos requisitos e adaptação regulatória, mas requerem anotação manual, grandes *datasets* e enfrentam limitações com ambiguidade.

Linguagens de Programação Visual (*Business Process Model and Notation* - BPMN, *Decision Model and Notation* - DMN) facilitam o uso por não programadores com representação gráfica de regras. Apesar da transparência, têm expressividade limitada e exigem experiência para *workflows* complexos (Zhang e El-Gohary, 2023a).

O *Generalized Adaptive Framework* (GAF) estabelece taxonomia e lógica *fuzzy* para lidar com incertezas (Nawari, 2019). Flexível e adaptável, vincula-se a dados BIM e suporta XML (*Extensible Markup Language*) (Zhou *et al.*, 2022).

Alguns autores propuseram sistemas de categorização para estruturar ou avaliar regras. Solihin e Eastman (2015) classificaram regras com base na complexidade lógica, utilizando Grafos Conceituais (CG), fundamentados em lógica de predicados e notações gráficas. Seu método interage com modelos BIM (esquema *Industry Foundation Classes* (IFC)) e requer algoritmos, cálculos e simulações.

Soliman Junior (2021) ampliou a proposta de Solihin e Eastman, introduzindo a “tradução para regra lógica”, com base em sentenças atômicas, que são declarações passíveis de serem verdadeiras ou falsas. As sentenças seguem a estrutura Sujeito + Verbo + Objeto e são fundamentadas em dois elementos: conteúdo (informações, propriedades e localização) e condição (ligada ao verbo-objeto e aos critérios exigidos).

Em seus textos, Zheng *et al.* (2022) e Zhang *et al.* (2023b), enfatizam que a ambiguidade, vagueza e informalidade da linguagem regulatória são grandes barreiras para a transformação automática das regras em estruturas legíveis por máquina. Zheng *et al.* (2022) analisaram cláusulas e códigos de construção chineses segundo sua interpretabilidade em BIM, com o objetivo de otimizar regulamentos para sistemas ACC e novos códigos. Utilizaram técnicas de aprendizado profundo e NLP.

Zhang *et al.* (2023b), enfatizam a importância de as representações de regras serem independentes de modelos de dados de construção específicos (como IFC) e de motores de regras. Tais autores abordam a formalização de regras, como forma de encapsular conhecimento de engenharia e facilitar a interpretação normativa. Sua análise vai de cláusulas individuais ao contexto geral, identificando 18 capacidades de implementação de regras (Zhang *et al.*, 2023b).

Hjelseth e Nisbet (2011 apud Zhou *et al.*, 2022) propuseram a metodologia RASE para capturar restrições normativas por marcação semântica. Beach *et al.* (2015) expandiram a RASE para representar documentos regulatórios com SWRL, aplicando-a em códigos sustentáveis e no BREEAM. İlal e Günaydin (2017) adaptaram RASE para modelar regras do Código de Habitação de Izmir (IMHZCode).

A metodologia RASE (*Requirement, Applicability, Selection, Exception*) é uma abordagem de marcação semântica que facilita a interpretação e formalização de normas técnicas (Beach *et al.*, 2024; Zhou *et al.*, 2022). Enquanto, Zhang *et al.* (2023b) destacam que o RASE permite identificar quatro construtos principais em frases curtas ou seções mais longas: requisito, aplicabilidade, seleção e exceção.

Sua estrutura clara decompõe cláusulas normativas em quatro componentes: Requisito (<r>), Aplicabilidade (<a>), Seleção (<s>) e Exceção (<e>) (Beach *et al.*, 2024). Sendo uma abordagem *no-code*, possibilita que especialistas da área de AEC criem e mantenham regras sem conhecimento em programação, promovendo autonomia e transparência (Beach *et al.*, 2024).

A modularidade do RASE facilita a atualização de normas, e versões híbridas têm sido desenvolvidas para aprimorar a manutenibilidade (İlal e Günaydin, 2017). A metodologia permite que especialistas ou autores de códigos desconstruam sentenças normativas e rotulem seus componentes (Zhou *et al.*, 2022; İlal e Günaydin, 2017; Beach *et al.*, 2024; Santos e Sampaio, 2023):

- a) *Requirement*: Define “o que” é exigido, associado a verbos no imperativo (<r>).
- b) *Applicability*: Especifica “onde” ou “a que” a regra se aplica (<a>).
- c) *Selection*: Identifica subconjuntos específicos da aplicabilidade (<s>).
- d) *Exception*: Indica “quando” a regra não se aplica ou isenções (<e>).

No trabalho de Nisbet, Ma e Aksenova, no 2022 EC³, (2022), os autores demonstram como as marcações RASE podem ser apresentadas para inspeção direta, usadas como listas de verificação interativas, consumidas por mecanismos de regras existentes e exportadas para formatos interoperáveis, confirmando sua compatibilidade e utilidade em várias aplicações de conhecimento. A RASE visa preencher a lacuna entre a legibilidade humana e a interpretabilidade da máquina no contexto de documentos técnicos e normativos (Nisbet, Ma e Aksenova, 2022).

3 PADRÕES ABERTOS NA VERIFICAÇÃO AUTOMATIZADA DE CONFORMIDADE

3.1 NOVA ABORDAGEM PARA O PADRÃO IFC

A buildingSMART International (BSI) focava-se na definição de um padrão separado para cada caso de uso de troca de dados, o Model View Definitions – MVD (Definição de Vista do Modelo), descritos como subconjuntos estruturados das definições IFC adaptados para cenários específicos (Berlo, 2025).

Entretanto, o desenvolvimento isolado dos MVDs levava a inconsistências (Berlo, 2025) e seu uso era visto como um risco para atingir o objetivo da BSI de suportar a interoperabilidade aberta e neutra em relação ao fornecedor em todo o setor (Berlo, 2025).

Então, foi criada uma estrutura unificada de certificação global de software, que atualizada, avalia o software em relação ao padrão IFC completo, em vez de MVDs específicos de casos de uso, refletindo um retorno à visão original (de Jeff Wix no início dos anos 2000) do IFC como uma base única e abrangente para vários casos de uso (Berlo, 2025).

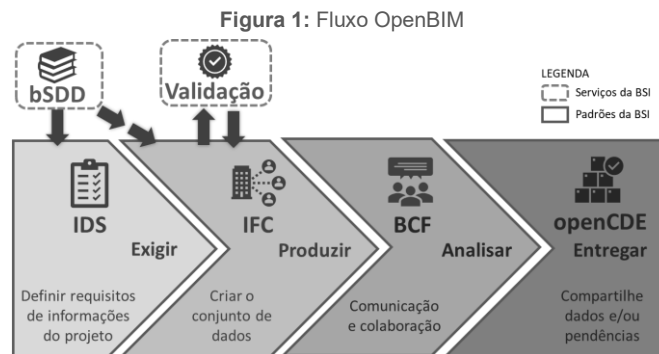
Essa abordagem de aprimoramento é mais conveniente para a ACC, pois o IFC conterá as informações necessárias. Complementarmente, *Information Delivery Specification – IDS* (Especificações de Entrega da informação), que atualiza o MVD, tem o papel de estabelecer e verificar as regras para composição do IFC, ou seja, os requisitos de troca de informação (*Exchange Information Requirements - EIR*) (Berlo, 2025).

O padrão IDS é voltado à definição de requisitos de troca de informação legíveis por máquinas e passíveis de verificação automática (Berlo, 2025). Ele pode referenciar definições do buildingSMART Data Dictionary

(bSDD), que conecta normas e classificações ao padrão IFC, ajudando os usuários a compreenderem o significado exato dos dados (The OpenBIM, 2024).

O IDS funciona como um contrato, onde o conteúdo do IFC é determinado pelas regras estabelecidas no IDS, (BuildingSMART International, 2023) e, inclusive quanto ao atendimento aos códigos, normas e legislações, que nele forem inseridas (ACCA, 2024).

Em um contexto mais amplo, destaca-se o conceito de openBIM, o uso aberto do BIM baseado em padrões da buildingSMART International (BSI), permitindo colaboração entre diferentes plataformas e garantindo o intercâmbio contínuo de dados ao longo do ciclo de vida dos projetos (Alfieri, 2025). O uso desses padrões abertos, como IFC, BCF (*BIM Collaboration Format*), IDS, bSDD e APIs (*Application Programming Interface*) como o openCDE (**Figura 1**), garante autonomia aos usuários: liberdade de escolha de ferramentas, independência de fornecedores e controle permanente sobre seus dados (Alfieri, 2025).



Fonte: Elaborado com base em Alfieri (2025)

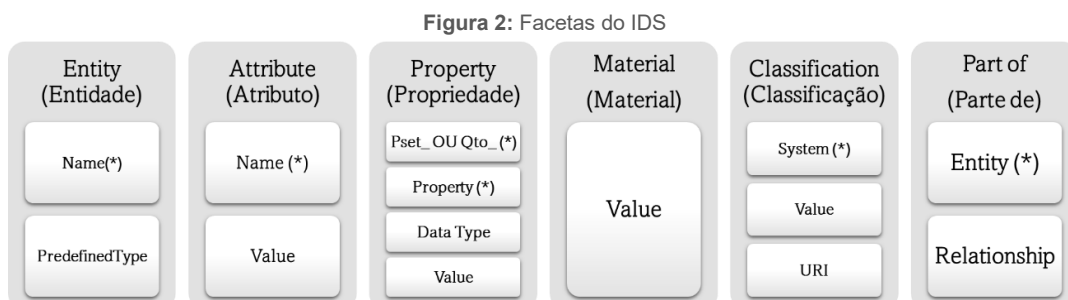
3.2 O IDS NA ACC

O *Information Delivery Specification*, é um arquivo XML, interpretável por sistemas computacionais, que também pode gerar relatórios legíveis por humanos. Recomenda-se sua inclusão no Plano de Execução BIM (BEP), pois assegura a qualidade dos modelos IFC resultantes da modelagem (IDS, 2024).

No IDS, uma entidade IFC pode conter atributos, estar associada a sistemas de classificação, possuir propriedades, materiais e relações com outras entidades (**Figura 2**). Esses elementos são fundamentais para identificar e validar requisitos de maneira precisa (ACCA, 2024). Para isso, o IDS utiliza *facets* (facetas), que são parâmetros aplicados para definir critérios específicos de verificação no esquema IFC, restringindo seu campo de aplicação.

As *facets* incluem (BuildingSMART International, 2023):

- Entity* (Entidade) – especifica a classe IFC e seu tipo predefinido;
- Attribute* (Atributo) – define nome e valor de atributos inerentes à entidade, herdados das classes IFC;
- Classification* (Classificação) – relaciona o sistema e a entrada de classificação;
- Property* (Propriedade) – detalha Psets ou Qto_, nome e valor de propriedades adicionais;
- Material* (Material) – define o nome do material associado, podendo ser genérico ou específico;
- Part of* (Parte de) – estabelece a relação de pertencimento entre entidades IFC.



Fonte: Elaborado com base em (Berlo, Drogemuller e Omrani, 2025)

A estrutura do IDS (**Figura 3**) começa com o cabeçalho (linhas 1–7), que traz as referências dos esquemas utilizados. Em seguida, a Seção de Informações (linhas 8–14) apresenta os metadados do arquivo. A parte principal está na lista de *Specifications* (linhas 15–48), que pode conter uma ou mais especificações compostas por duas partes: *Applicability* (linhas 17–31), que filtra os elementos IFC com base nas *facets* como *Entity* e *Attribute*, e *Requirements* (linhas 32–46), que define os critérios de validação com base na *faceta Property* (ACCA, 2024).

Figura 3: Código do Information Delivery Specification (xml)

```

1  <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
2  <ids:ids
3    xmlns:ids="http://standards.buildingsmart.org/IDS"
4    xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
5    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
6    xsi:schemaLocation="http://standards.buildingsmart.org/IDS
7      http://standards.buildingsmart.org/IDS/1.0/ids.xsd">
8    <info>
9      <title>BRASIL_IDS</title>
10     <description>An IDS for social housing construction projects.</description>
11     <date>2025-05-01</date>
12     <!-- <version>1.0</version> -->
13     <milestone>Project for Construction</milestone>
14   </info>
15   <specifications>
16     <specification ifcVersion="IFC4" name="Building" description="Minimum usable
17       area of the Housing Unit">
18       <applicability minOccurs="1" maxOccurs="1">
19         <entity>
20           <name>
21             <simpleValue>IFCSPACE</simpleValue>
22           </name>
23         </entity>
24         <attribute>
25           <name>
26             <simpleValue>LongName</simpleValue>
27           </name>
28           <value>
29             <simpleValue>Quarto2</simpleValue>
30           </value>
31         </attribute>
32       </applicability>
33       <requirements>
34         <property cardinality="required" dataType="IFCAREAMEASURE"
35           instructions="Area minimo 8,00m">
36           <propertySet>
37             <simpleValue>Qto_SpaceBaseQuantities</simpleValue>
38           </propertySet>
39           <baseName>
40             <simpleValue>NetFloorArea</simpleValue>
41           </baseName>
42           <value>
43             <xs:restriction base="xs:double">
44               <xs:minExclusive value="8.00"/>
45             </xs:restriction>
46           </value>
47         </property>
48       </requirements>
49     </specification>
50   </specifications>
51 </ids>

```

Fonte: Elaborado pelo autor

As *facets* podem ser utilizadas na *Applicability*, onde filtra os elementos do modelo que possuem a característica indicada (“onde” e/ou “o que”), ou nos *Requirements*, onde verifica a característica indicada nos elementos filtrados pela *Applicability* (ACCA, 2024; Berlo, Drogemuller e Omrani, 2025). Vários *facets* podem ser combinados tanto na *Applicability* quanto nos *Requirements* (ACCA, 2024). A combinação segue a lógica “E”, ou seja, todas as características usadas devem ser satisfeitas simultaneamente (Berlo, Drogemuller e Omrani, 2025).

São recentes estudos como os de Tomczak *et al.* (2024) que propõem o uso do padrão IDS para tornar os requisitos de economia circular como composição de materiais e impactos ambientais, interpretáveis por máquinas, legíveis por máquina. Os autores analisam os benefícios e desafios de modelar essas

informações usando o IFC, destacando a necessidade de terminologia consistente e abordagens padronizadas para dados de circularidade.

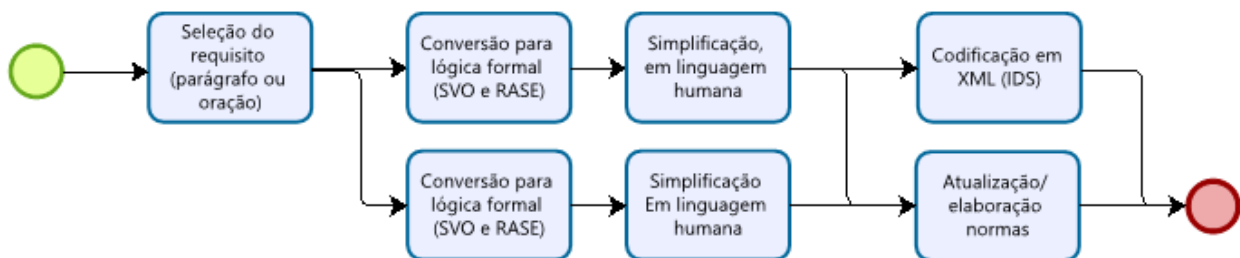
Fischer *et al.* (2024), vão além, propondo extensões no esquema IDS para permitir a definição de requisitos baseados nas características de elementos de construção relacionados, como propriedades de pavimentos ou espaços adjacentes. Um protótipo de software foi desenvolvido para validar essas extensões, demonstrando como as funcionalidades do IDS podem ser significativamente aprimoradas para ACC.

4 MÉTODO

Este artigo tem como objetivo contribuir com um artefato (método) para uso dos responsáveis pela elaboração de regras, o quais podem contribuir ativamente para a ACC. Busca-se criar soluções para um problema prático e relevante, alinhando-se diretamente com o que é a Design Science Research (DSR) (Lacerda *et al.*, 2012; Dresch, Lacerda e Júnior, 2015).

A DSR, por sua vez, é um paradigma de resolução de problemas que busca criar inovações (artefatos) para estender as capacidades humanas e organizacionais (Hevner *et al.*, 2004). O conhecimento gerado pela DSR é prescritivo, buscando prescrever maneiras de fazer as coisas de forma mais eficaz (Manson, 2006).

Figura 4: Fluxo de análise do requisito



Fonte: Elaborado pelo autor

Selecionar exemplos de requisitos em normas que tratam no mesmo assunto, pé-direito em edificações habitacionais, de padrão mínimo (Figura 4). Conversão para lógica formal (RASE, com *tags* e/ ou, Sujeito – Verbo – Objeto). Simplificação do requisito, em linguagem natural, ao mais relevante. Tradução do requisito para IDS.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, o contexto em que está inserido o requisito deve ser analisado, como afirma Zhang *et al.* (2023b). Assim, observa-se que o requisito do código da Prefeitura é esclarecido com o item 3.21, em outro ponto do texto normativo.

1. Código de Edificações (Porto Alegre (Cidade), 1992):

3.21 Compartimento principal: dependência de permanência prolongada em edificações residenciais, tais como dormitórios, salas, gabinetes de trabalho, etc, excluídas cozinhas, lavanderias e sanitários. [...]

Os compartimentos de uso principal terão pé-direito de, no mínimo, 2,40m, e os de uso secundário terão pé-direito de, no mínimo, 2,20m.

a) Metodologia RASE:

3.21 <r>Compartimento principal<r> Dependência de permanência prolongada em edificações residenciais, tais como <a>dormitórios, salas, gabinetes de trabalho<a>, etc, excluídas <e>cozinhas, lavanderias e sanitários<e>.

Os <A>compartimentos de uso principal<A> terão <R>pé-direito de, no mínimo, 2,40m<R>, e os de <a>uso secundário<a> terão <r>pé-direito de, no mínimo, 2,20m<r>. (DHP e MCMV-LC 548/06 e LC 636/10)“

b) Simplificando:

Espaços identificados como uso principal, devem ter altura maior ou igual a 2,40m e espaços identificados como uso secundário, deve ter altura maior ou igual a 2,20m.

Ainda sobre o contexto, a Norma de Desempenho, no seu glossário, estabelece o que são ambientes de permanência prolongada (APP) e os de ambiente de permanência transitória (APT), mas no requisito, não menciona estas categorias, mas cita seus elementos.

2. Norma de Desempenho Edificações Habitacionais (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2024):

A altura mínima de pé-direito não pode ser inferior a 2,50m. Em vestíbulos, halls, corredores, instalações sanitárias e despensas, é permitido que o pé-direito seja reduzido ao mínimo de 2,30m.

a) Metodologia RASE:

A <R>altura mínima de pé-direito não pode ser inferior a 2,50m <R> <A>[edificação residencial]<A>. Em <E><a>vestíbulos, halls, corredores, instalações sanitárias e despensas [ambiente de permanência transitória]<a><E>, é permitido que o <r>pé-direito seja reduzido ao mínimo de 2,30m<r>.

b) Simplificando:

Todos os espaços, exceto vestíbulos, halls, corredores, instalações sanitárias e despensas, devem ter altura maior ou igual a 2,50m. Os espaços, vestíbulos, halls, corredores, instalações sanitárias e despensas, devem ter altura maior ou igual a 2,30m.

3. Portaria 725/2023 para o programa MCMV (Brasil. Ministério das Cidades, 2023):

I. Programa mínimo da unidade habitacional [...] b) Pé-direito: mínimo de 2,60 m, admitindo-se 2,30 m no banheiro.

a) Metodologia RASE:

I. Programa mínimo da <A>unidade habitacional<A> [...] b) <R>Pé-direito: mínimo de 2,60 m<R>, admitindo-se <r>2,30 m<r> no <E><a>banheiro<a><E>.

c) Simplificando:

Todos os espaços, exceto banheiro, devem ter pé-direito maior ou igual a 2,60m e o espaço banheiro deve ter pé-direito maior ou igual a 2,30m.

Observa-se que o município de Porto Alegre é mais permissivo quanto ao pé-direito das edificações habitacionais, entretanto, segundo o Código de Defesa do Consumidor (Brasil, 1990):

Art. 39. É vedado ao fornecedor de produtos ou serviços, dentre outras práticas abusivas: [...] VIII - colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro);

Assim, o município deve seguir a Norma de Desempenho, haja visto que sua legislação é anterior a publicação da norma. Entretanto, quando o município requerer recursos vindos de financiadores, as regras desses devem ser observadas, sendo mais restritivas, como para o Programa Minha Casa Minha Vida (Brasil. Ministério das Cidades, 2023).

Na situação ora posta, é possível, e até recomendável que cada uma destas instituições estabeleça seu próprio IDS. O modelador do projeto, irá aplicar cada um deles, até que todos sejam atendidos, ou aplicar o mais restritivo, se for o caso.

Por outro lado, observa-se que os três requisitos têm semelhanças que podem ser sintetizadas da seguinte forma:

Ambientes de permanência prolongada (APP), deve ter pé-direito maior ou igual a X_m e ambientes de permanência transitória (APT), deve ter pé-direito maior ou igual a Y_m .

a) Metodologia RASE

<A>Ambientes de permanência prolongada (APP) <A>, <R>deve ter pé-direito maior ou igual a X_m <R> e <a>Ambientes de permanência transitória (APT) <a>, <r>deve ter pé-direito maior ou igual a Y_m <r>.

Assim, podemos definir um arquivo xml (IDS) para verificação do IFC, que pode ser utilizado para todas as três instituições, variando a exigência de altura do pé-direito (Propriedade: FinishCeilingHeight) e, cada uma delas, estabelecendo em seu normativo quais são os cômodos descritos (atributo: Description) como Ambientes (entidade: IfcSpace) de permanência prolongada (APP) ou transitória (APT) (Figura 5 e Figura 6).

Figura 5: Código do Information Delivery Specification (xml) parte 1

```

1  <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2  <ids xmlns="http://standards.buildingsmart.org/IDS"
3  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
4  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
5  xsi:schemaLocation="http://standards.buildingsmart.org/IDS
  http://standards.buildingsmart.org/IDS/0.9.7/ids.xsd">
6    <info>
7      <title>BRASIL_IDS</title>
8      <description>An IDS for social housing construction projects.</description>
9      <date>2024-05-11</date>
10     <!-- <version>1.0</version> -->
11     <milestone>Project for Construction</milestone>
12   </info>
13   <specifications>
14     <specification ifcVersion="IFC4" name="Building" description="Pé-direito
  Ambiente Permanência transitória">
15       <applicability minOccurs="1" maxOccurs="unbounded">
16         <entity>
17           <name>
18             <simpleValue>IFCSPACE</simpleValue>
19           </name>
20         </entity>
21         <attribute>
22           <name>
23             <simpleValue>Description</simpleValue>
24           </name>
25           <value>
26             <xs:restriction base="xs:string">
27               <xs:pattern value="([Aa][Pp][Tt])"/>
28             </xs:restriction>
29           </value>
30         </attribute>
31       </applicability>
32       <requirements>
33         <property cardinality="required" dataType="IFCLENGTHMEASURE"
  instructions="Altura Bruta minimo 2,30m">
34           <propertySet>
35             <simpleValue>Qto_SpaceBaseQuantities</simpleValue>
36           </propertySet>
37           <baseName>
38             <simpleValue>FinishCeilingHeight</simpleValue>
39           </baseName>
40           <value>
41             <xs:restriction base="xs:double">
42               <xs:minExclusive value="2.30"/>
43             </xs:restriction>
44           </value>
45         </property>
46       </requirements>
47     </specification>

```

Fonte: Elaborado pelo autor

O IDS (Figura 5) é formado pelo cabeçalho (linhas 1-5), onde estão as referências, em seguida, por uma Seção de Informações com metadados (linhas 6-12). Iniciam-se as Specifications (13-83), formada por duas especificações internas.

A primeira *Specification* (linhas 14-47) com *Applicability* (linhas 15-31) utilizando as facetas *Entity* (entidade= IFCSPACE) e *Attribute* (atributo=Description). Em *Description* deve estar a informação procurada, APT.

O primeiro *Requirements* (linhas 32-46), usa a faceta *Property* (propriedade= FinishCeilingHeight (vide figura 5.4.3.64.B, da documentação padrão do IFC (BuildingSmart International, 2024)), que está no conjunto de propriedades *Qto_SpaceBaseQuantities*). O requisito é obrigatório, portanto, usa-se a cardinalidade *Required*. Seu dado é tipo *IfcLengthMeasure*. Por fim, informa-se o valor que a propriedade deve conter, no caso 2.30. Para o segundo *Requirements* (Figura 6) é o mesmo seqüenciamento, diferindo o *Description*, APP, e o valor de *FinishCeilingHeight*, 2.60.

Figura 6 - Código do Information Delivery Specification (xml) parte 2

```

48     <specification ifcVersion="IFC4" name="Building" description="Pé-direito
49     Ambiente Permanência prolongada">
50         <applicability minOccurs="1" maxOccurs="unbounded">
51             <entity>
52                 <name>
53                     <simpleValue>IFCSPACE</simpleValue>
54                 </name>
55             </entity>
56             <attribute>
57                 <name>
58                     <simpleValue>Description</simpleValue>
59                 </name>
60                 <value>
61                     <xs:restriction base="xs:string">
62                         <xs:pattern value="[Aa][Pp][Pp]"/>
63                     </xs:restriction>
64                 </value>
65             </attribute>
66         </applicability>
67         <requirements>
68             <property cardinality="required" dataType="IFCLENGTHMEASURE"
69             instructions="Altura Bruta mínimo 2,60m">
70                 <propertySet>
71                     <simpleValue>Qto_SpaceBaseQuantities</simpleValue>
72                 </propertySet>
73                 <baseName>
74                     <simpleValue>FinishCeilingHeight</simpleValue>
75                 </baseName>
76                 <value>
77                     <xs:restriction base="xs:double">
78                         <xs:minExclusive value="2.60"/>
79                     </xs:restriction>
80                 </value>
81             </property>
82         </requirements>
83     </specification>
84 </specifications>
85 </ids>

```

Fonte: Elaborado pelo autor

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destaca-se a importância de uma abordagem proativa na redação de textos normativos, visando torná-los compatíveis com a Verificação Automatizada de Conformidade (ACC). A conversão de requisitos normativos, frequentemente ambíguos em linguagem natural, em especificações interoperáveis e reutilizáveis, é essencial para aumentar a clareza, a eficiência e a escalabilidade da ACC.

Métodos como RASE (*Requirement, Applicability, Selection, Exception*), a estrutura Sujeito-Verbo-Objeto (SVO) e o uso do padrão *Information Delivery Specification* (IDS) oferecem caminhos viáveis para formalizar exigências em formatos legíveis por máquina. O IDS, em especial, permite a verificação automatizada de modelos IFC por meio das facetas: Entidade, Atributo, Classification, Material, Parte de e Propriedade.

Apesar desses avanços, etapas como a rotulagem e a síntese dos requisitos ainda dependem fortemente da intervenção humana, devido à ambiguidade da linguagem normativa. Tecnologias como PLN e LLMs ainda requerem anotações manuais e dados extensivos.

Portanto, é fundamental redigir normas com foco em legibilidade computacional desde o início. Abordagens híbridas, que combinam inteligência humana e algoritmos, são mais eficazes e pragmáticas, podendo auxiliar na alavancagem ACC. Além disso, a padronização da linguagem técnica e a qualidade dos dados BIM, com suporte de padrões openBIM como IDS, IFC e BCF, são indispensáveis para uma ACC eficiente.

REFERÊNCIAS

- ACCA. **IDS for everyone (IDS para todos): Information Delivey Specification**. 1ª. ed. [S.l.]: ACCA software S.p.A., 2024. Disponível em: <<https://download.acca.it/Files/ebook/ids-for-everyone-ptb-rev-3.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2025. (versão em português).
- ALFIERI, E. **Clarifying the “openBIM Workflow”: A Practical Breakdown**. Buildingsmart.org, 2025. Disponível em: <<https://www.buildingsmart.org/clarifying-the-openbim-workflow/>>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1 Edificações habitacionais Desempenho: Parte 1: Requisitos Gerais**. 6º. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.
- BEACH, T. H. et al. Digital approaches to construction compliance checking: Validating the suitability of an ecosystem approach to compliance checking. **Advanced Engineering Informatics**, jan. 2024. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474034623004160>>. Acesso em: 15 nov. 2024.
- BEACH, T. H. et al. A rule-based semantic approach for automated regulatory compliance in the construction sector. **Expert Systems with Applications**, 15 jul. 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957417415001360?via%3Dihub>>. Acesso em: 20 jan. 2024.
- BEACH, T. H.; HIPPOLYTE, J.-L.; REZGUI, Y. Towards the adoption of automated regulatory compliance checking in the built environment. **Automation in Construction**, 118, out. 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580519310726>>. Acesso em: 15 mar. 2023. p. 5.
- BERLO, L. V. Five Years of Progress: From Individual Use-Case Standards to Industry-Wide Interoperability. **BuildingSmart.org**, 17 abr. 2025. Disponível em: <<https://www.buildingsmart.org/five-years-of-progress-from-individual-use-case-standards-to-industry-wide-interoperability/>>. Acesso em: 23 abr. 2025.
- BERLO, L. V.; DROGEMULLER, R.; OMRANI, S. What is Information Delivery Specification IDS. **BuildingSmart.org**, 2025. Disponível em: <<https://www.buildingsmart.org/what-is-information-delivery-specification-ids/>>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- BRASIL. Lei Nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. **Planalto**, Brasília, 11 set. 1990. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078compilado.htm>. Acesso em: 30 mar. 2025.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Portaria MCID Nº 725, de 15 de junho de 2023. **Gov.br**, Brasília, 15 jun. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/habitacao/programa-minha-casa-minha-vida/portarias-far-2023>>. Acesso em: 20 mar. 2025.
- BUILDINGSMART INTERNATIONAL. Information Delivery Specification IDS. **BuildingSmart.org**, 16 fev. 2023. Disponível em: <<https://technical.buildingsmart.org/projects/information-delivery-specification-ids/>>. Acesso em: 18 jun. 2023.
- BUILDINGSMART INTERNATIONAL. BuildingSMART Data Dictionary (bSDD) IFC 4.3. **BuildingSmart.org**, 10 jan. 2024. Disponível em: <<https://search.bsdd.buildingsmart.org/uri/buildingsmart/ifc/4.3>>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR, J. A. V. A. **Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- FISCHER, S. et al. Extending Information Delivery Specifications for digital building permit. **Developments in the Built Environment**, 20, 2024. 100560. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666165924002412?via%3Dihub>>. Acesso em: 14 jun. 2025.
- HEVNER, A. et al. Design Science in Information systems Research. **MIS Quarterly**, 8, mar. 2004. p. 75-105.
- IDS in Practice. Apresentação: BERLO, L. V. [S. l.: s. n.], 2024. 1 vídeo (1h). Publicado pelo canal buildingSMART International. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=SaRtOfpW0zk>>. Acesso em: 20 jan. 2025.
- İLAL, S. M.; GÜNAYDIN, H. M. Computer representation of building codes for automated compliance checking. **Automation in Construction**, out. 2017. p. 43-58. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580517305289>>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- JIANG, L.; SHI, J.; WANG, C. Multi-ontology fusion and rule development to facilitate automated code compliance checking using BIM and rule-based reasoning. **Advanced Engineering Informatics**, 51, jan. 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474034621002019?via%3Dihub>>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- LACERDA, D. P. et al. Design Science Research: A research method to production engineering. **Gestão & Produção**, 20, n. 4, dez. 2012. 741-761. Acesso em: 23 jan. 2025.
- MANSON, N. Is operations research really research? **Orion**, 22, n. 2, dez. 2006. Acesso em: 20 mar. 2025.

- NAWARI, N. O. A Generalized Adaptive Framework (GAF) for Automating Code Compliance Checking. **Buildings**, 9, 16 abr. 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2075-5309/9/4/86>>. Acesso em: 15 out. 2024.
- NISBET, N.; MA, L.; AKSENOVA, G. Presentations of RASE knowledge mark-up. In: 2022 EUROPEAN CONFERENCE ON COMPUTING IN CONSTRUCTION, 2022, Ixia, Rhodes, Greece. **Proceedings [...]**. 24-26 jul. 2022. Disponível em: <https://ec-3.org/publications/conferences/EC32022/papers/EC32022_162.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2025.
- PORTO ALEGRE (CIDADE). **Lei Complementar 284/92: Institui o Código de Edificações de Porto Alegre e dá outras providências**. Prefeitura de POA, Porto Alegre, 27 out. 1992. Disponível em: <https://prefeitura.poa.br/sites/default/files/usu_doc/sites/escritorio-de-licenciamento/C%C3%B3digo%20de%20Edifica%C3%A7%C3%B5es%2020221105.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2025.
- SANTOS, K. T.; SAMPAIO, M. A. B. Análise da aplicação da metodologia rase para a verificação automatizada em modelo BIM a partir da ABNT NBR 6122:2019. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4, 2023, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2023. Disponível em: <<https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/2677>>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- SOLIHIN, W.; EASTMAN, C. Classification of rules for automated BIM rule checking development. **Automation in Construction**, 53, maio 2015. 69-82. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580515000370?via%3Dihub>>. Acesso em: 01 ago. 2024.
- SOLIMAN JUNIOR, J. et al. Automated compliance checking in healthcare building design. **Automation in Construction**, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580521002739?via%3Dihub>>. Acesso em: 15 jan. 2024.
- THE OPENBIM Workflow. Apresentação: BERLO, L. V. [S. l.: s. n.], 2024. 1 vídeo (23min 16s). Publicado pelo canal buildingSMART International. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=LsV3z27iSGc&t=1s>>. Acesso em: 20 out. 2024.
- TOMCZAK, A. et al. Requiring Circularity Data in BIM With Information Delivery Specification. **Journal of Circular Economy**, 1, n. 2, 30 jan. 2024. Disponível em: <<https://circulareconomyjournal.org/articles/requiring-circularity-data-in-bim-with-information-delivery-specification/>>. Acesso em: 14 jun. 2025.
- XU, X.; CAI, H. Semantic approach to compliance checking of underground utilities. **Automation in Construction**, 109, jan. 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580519305606>>. Acesso em: 25 mar. 2025.
- ZHANG, R.; EL-GOHARY, N. Transformer-based approach for automated context-aware IFC-regulation semantic information alignment. **Automation in Construction**, 145, jan. 2023a. 104540. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580522004113>>. Acesso em: 15 dez. 2024.
- ZHANG, Z. et al. Capabilities of rule representations for automated compliance checking in healthcare buildings. **Automation in Construction**, 146, fev. 2023b. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580522005581?via%3Dihub>>. Acesso em: 28 nov. 2024.
- ZHENG, Z. et al. Knowledge-informed semantic alignment and rule interpretation for automated compliance checking. **Automation in Construction**, 142, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580522003971?via%3Dihub>>. Acesso em: 28 nov. 2024.
- ZHONG, B. T. et al. Ontology-based semantic modeling of regulation constraint for automated construction quality compliance checking. **Automation in Construction**, 28, dez. 2012. 58-70. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580512001185>>. Acesso em: 14 abr. 2025.
- ZHOU, Y.-C. et al. Integrating NLP and context-free grammar for complex rule interpretation towards automated compliance checking. **Computers in Industry**, 142, jul. 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361522001439?via%3Dihub>>. Acesso em: 28 nov. 2024. p009.
- ZOU, Y. et al. Investigating the New Zealand Off-Site Manufacturing Industry's Readiness for Automated Compliance Checking. **Journal of Construction Engineering and Management**, 148, out. 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/364095683_Investigating_the_New_Zealand_Off-Site_Manufacturing_Industry's_Readiness_for_Automated_Compliance_Checking>. Acesso em: 15 dez. 2024.