XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Avaliação de atendimento a requisitos de desempenho utilizando o dRofus

Assessment of performance requirements compliance utilizing dRofus

Paola Oliveira de Nicolai
Universidade de São Paulo | São Paulo | Brasil | paola.nicolai@usp.br
Flavia Rodrigues de Souza
Universidade de São Paulo | São Paulo | Brasil | flavia.souza@usp.br
Silvio Burrattino Melhado
Universidade de São Paulo | São Paulo | Brasil | silvio.melhado@usp.br

Resumo

Desde 2013, as construções residenciais brasileiras precisam atender os critérios lançados pela NBR 15.575. O BIM trouxe ferramentas que estão auxiliando o desenvolvimento de projetos, mas a inspeção dos modelos ainda é feita manualmente. Assim, o objetivo é propor uma solução para avaliação de requisitos de desempenho a partir do dRofus. Um critério da norma técnica foi escolhido e os dados necessários inseridos em um modelo para serem verificados pela ferramenta. Além disso, realizou-se uma sessão de grupo focal com especialistas para discutir essa solução. Os resultados demonstraram que a ferramenta tem grande potencial para automatizar a análise de projetos.

Palavras-chave: NBR 15.575, Requisitos de Desempenho, Modelagem da Informação, Gerenciamento de Dados, Coordenação de Projetos

Abstract

Since 2013, Brazilians' residential constructions need to meet requirements launched by NBR15.575. BIM has brought tools that are helping the development of designs, however model assessment for code compliance is still done manually. Therefore, the goal of this article is to propose a solution for evaluating performance requirements through dRofus. One requirement of the standard was chosen and the required data was embedded in a model to be verified by the tool. In addition, a focus group was conducted with specialists to discuss this solution. The results demonstrated that the tool has a great potential to automatize design's analyses.

Como citar:
NICOLAI, P. O.; SOUZA, F. R.; MELHADO, S. B. Avaliação de atendimento a requisitos de desempenho utilizando o dRofus . In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-13.

Keywords: NBR 15.575, Performance Requirements, Information Modelling, Data Management, Design Management

INTRODUÇÃO

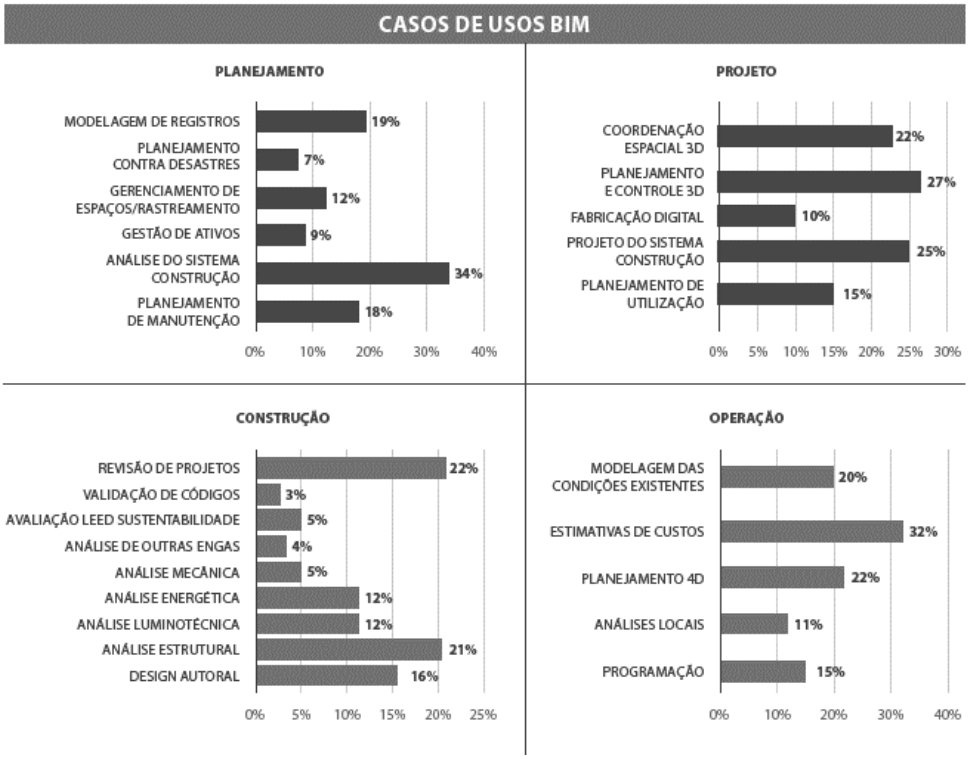
Além das diretrizes particulares de cada empreendimento, os projetos do setor da Arquitetura, Engenharia e Construção são regulados por diversos requisitos normativos que buscam estabelecer critérios de qualidade, de funcionalidade e de atendimento a necessidade dos usuários. Nesse contexto, a norma ABNT NBR 15.575:2013-Edificações Habitacionais-Desempenho vem obrigando os empreendimentos residenciais brasileiros a atenderem padrões mínimos de segurança, habitabilidade e sustentabilidade, transformando o modo como esses projetos precisam ser elaborados e produzidos para atingir o desempenho exigido (OKAMOTO, 2015).

Dentro do processo de projeto, diferentes tecnologias e metodologias já estão disponíveis aos profissionais do setor da construção civil para obterem maior eficiência no atendimento aos requisitos de desempenho, como o Building Information Modelling (BIM). Segundo Eastman *et* al.(2014), o BIM está alterando o modo como enxergamos os edifícios, sendo um dos mais promissores desenvolvimentos para a indústria AEC. No mesmo sentido, Won e Lee (2016) relatam que há uma crescente aceitação pelo setor da construção, de forma geral, do BIM como maneira de melhorar as práticas de desenho.

Embora o BIM já não possa ser considerado algo novo no Brasil, uma pesquisa feita pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil (CBIC) em 2018 (Figura 1) aponta que apenas 3% dos respondentes utilizam o BIM na validação de códigos em seus projetos.

Tal fato sugere que o uso de tecnologias de checagem de dados em modelos ainda é pouco difundido no país, mesmo considerando a automatização que podem trazer para a verificação de projetos. Tendo como foco a coordenação de projetos, a checagem manual de projetos é muitas vezes trabalhosa e propensa a erros (PREIDEL E BORRMANN, 2016). Além disso, pode consumir muito tempo e resultar em uma checagem incompleta e arbitrária (LEE et al, 2016).

Figura 1 – Casos de usos BIM no Brasil em 2018



Fonte: CBIC, 2018

A análise e criação de soluções para checagem automática de modelos é um tópico difundido nas pesquisas acadêmicas. Como exemplo, Andrade e Arantes (2017) estudaram as potencialidades do software Solibri para a avaliação de critérios da NBR 15.575. Contudo, o campo tecnológico e metodológico a ser explorado ainda é vasto. Nesse contexto, ferramentas de análise e gerenciamento de dados também são soluções que podem oferecer alternativas para a verificação de requisitos de desempenho, mesmo não realizando verificações automáticas diretamente.

O dRofus é um software que nasceu a partir de uma demanda específica: organizar requisitos de projetos hospitalares. Em 2017, a marca foi adquirida pelo grupo Nemetschek e, atualmente, a solução atende diferentes tipologias de construção civil, da edificação à infraestrutura. O objetivo do respectivo software é gerenciar os dados não gráficos dos empreendimentos. A ferramenta permite o registro de requisitos de projeto em Fichas de Dados, que ficam disponíveis em um banco de dados na nuvem e cujos campos podem ser parametrizados pelos usuários. Além disso, o dRofus desenvolveu um plug-in que pode ser instalado diretamente em softwares de autoria, permitindo conectar as fichas diretamente com os modelos de informação.

Desta forma, o objetivo do artigo é apresentar uma proposta para a verificação de características relacionadas a critérios da Norma de Desempenho de um modelo BIM, a partir da utilização do dRofus, software de gerenciamento de dados. A verificação busca avaliar se o projeto está de acordo ou não com esses requisitos. Também é objetivo deste artigo apresentar a percepção de profissionais do setor da

construção frente a esta mesma solução. O presente trabalho busca, assim, contribuir com a proposição de um sistema que possibilita a automatização da verificação de critérios de desempenho por parte da coordenação de projetos, também apresentando um diagnóstico da real viabilidade da sua aplicação na prática profissional atualmente.

É importante ressaltar que o artigo está inserido em uma pesquisa ainda em desenvolvimento pelos autores em que, além da discussão tecnológica do BIM para o gerenciamento de requisitos de desempenho, pretende-se aprofundar questões relacionadas ao próprio processo de projeto neste contexto. A coordenação de projetos delimita o enfoque da pesquisa.

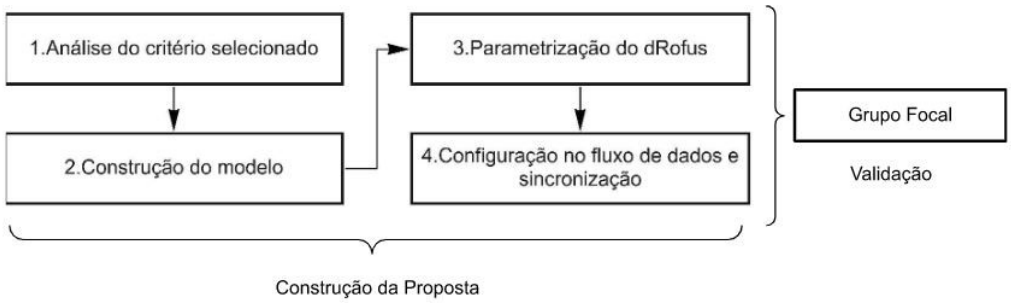
METODOLOGIA

Para a construção do sistema de verificação, as seguintes etapas foram feitas: (1) Análise do critério selecionado; (2) Construção do modelo; (3) Parametrização do dRofus; (4) Configuração no fluxo de dados e sincronização.

Antes da realização da primeira etapa, foi realizado um estudo e uma classificação prévia dos critérios de desempenho da Norma de Desempenho para caracterizar os grupos de requisitos com características de exigência comum, de forma a selecionar os itens viáveis de serem analisados por meio das funcionalidades do dRofus. Embora o desenvolvimento do sistema de classificação não seja apresentado no artigo, os critérios que delimitam o presente estudo estão relacionados à especificação de produto, como características técnicas de materiais e equipamentos, bem como aqueles relacionados a características geométricas do modelo, como áreas, pé direito ou declividade. Os dados de projeto correspondente aos respectivos critérios podem ser traduzidos como parâmetros do modelo e, assim, serem interpretados pelo dRofus.

A seguir é apresentada a estrutura da metodologia adotada (Figura 2), que será detalhada a seguir:

Figura 2 – Fluxo metodológico adotado



Fonte: os autores.

Para ilustrar todas as etapas do fluxo acima, será utilizado um critério exemplo que pertence ao grupo de itens classificados como viáveis. É importante reforçar que a lógica de parametrização do exemplo não será necessariamente a mesma para o restante dos critérios, o que exige que cada item seja individualmente avaliado.

Análise do critério selecionado: para exemplificação da solução, será utilizado o seguinte critério: ABNT NBR 15.575 Parte 3 – 9.1.1: "A camada de acabamento dos sistemas de piso da edificação habitacional deve apresentar coeficiente de atrito dinâmico em conformidade aos valores apresentados na ANBT 13818/Anexo N. É importante ressaltar que a respectiva norma foi cancelada e substituída pela ABNT NBR 10545:2020. São considerados ambientes em que se requer resistência ao escorregamento: áreas molhadas, rampas, escadas em áreas de uso comum e terraços".

A escolha desse critério se justifica pelo fato do item estar dentro da delimitação proposta de classificação, isto é, trata-se de uma especificação de produto. Desta forma, o critério é parametrizado por meio do conjunto de informações que caracterizam o respectivo critério (Quadro 1).

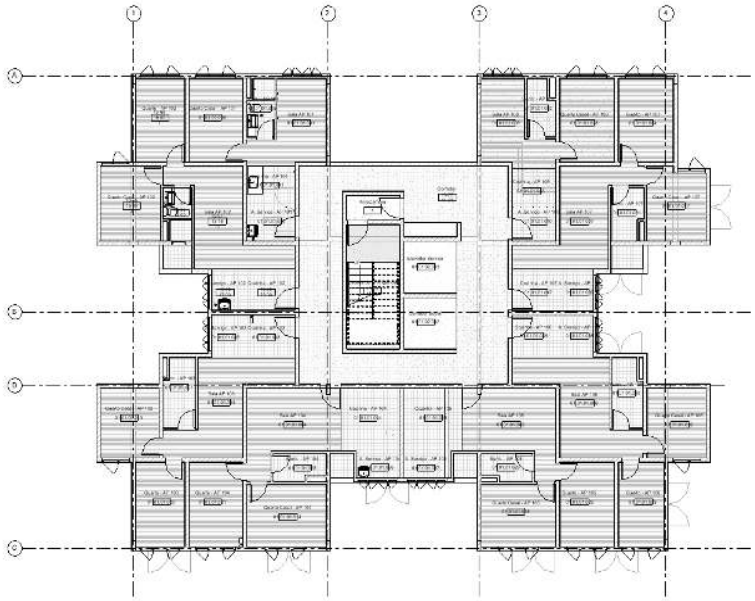
Quadro 1: Conjunto de Parâmetros do critério 9.1.1 - Parte 3 NBR 15.575:2013

Norma Regente	ABNT NBR 13818:1997 (substituída pela ABNT NBR 10545:2020)
Métrica de Referência	Coeficiente de Atrito Dinâmico
Elementos do modelo envolvidos	Camada de revestimento = material de piso
Condições ***Nível Mínimo**	Áreas molhadas, rampas, escadas em áreas de uso comum e terraços >= 0,4 Restante < 0,4 *Conforme ABNT NBR 10545:2020
Características necessárias ao modelo	Parâmetro relacionado a camada de acabamento dos sistemas de piso
Parâmetro a ser criado	Coeficiente de Atrito Dinâmico
Disciplinas relacionadas	Arquitetura, Paisagismo e Interiores

Fonte: os autores.

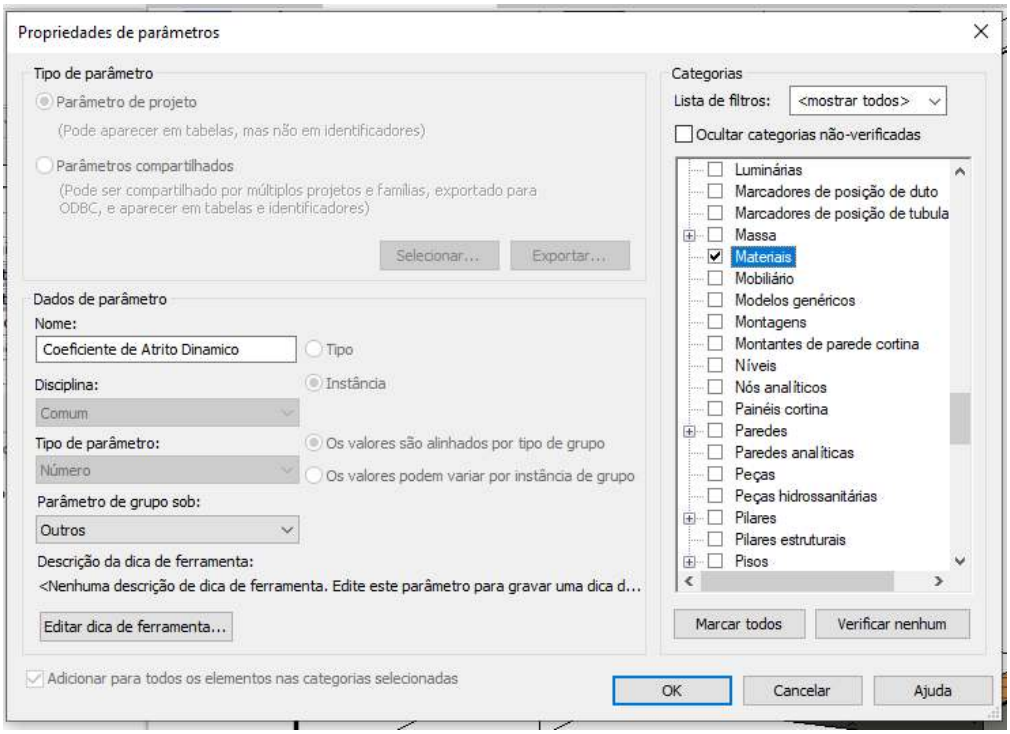
Construção do modelo: Um modelo teste de um edifício habitacional foi criado pelos autores no software Revit da empresa Autodesk, versão 2020 (Figura 3). O parâmetro "Coeficiente de Atrito Dinâmico", necessário para a respectiva verificação, foi criado (Figura 4) e valores aleatórios foram atribuídos para cada material de piso aplicado no modelo.

Figura 3 – Modelo desenvolvido para os testes da proposta – interface Revit



Fonte: os autores

Figura 4 – Criação do parâmetro "Coeficiente de Atrito Dinâmico" no modelo – interface Revit



Fonte: os autores

Parametrização do dRofus: Dentro das fichas de dados no dRofus, criou-se dois tipos de campos (Figura 5): o primeiro tipo está relacionado aos valores de referência da norma, de forma que a coordenação pode selecionar o ambiente em que o material será instalado. Como o dRofus não faz checagem automática de regras, essa configuração permite visualizar mais rapidamente qual é o valor mínimo de coeficiente de atrito dinâmico esperado para aquele ambiente.

O segundo tipo é um campo numérico vazio, cujo valor será sincronizado e informado pelo modelo. Assim, a coordenação poderá comparar ambos os campos e avaliar se está em conformidade com a Norma de Desempenho ou não.

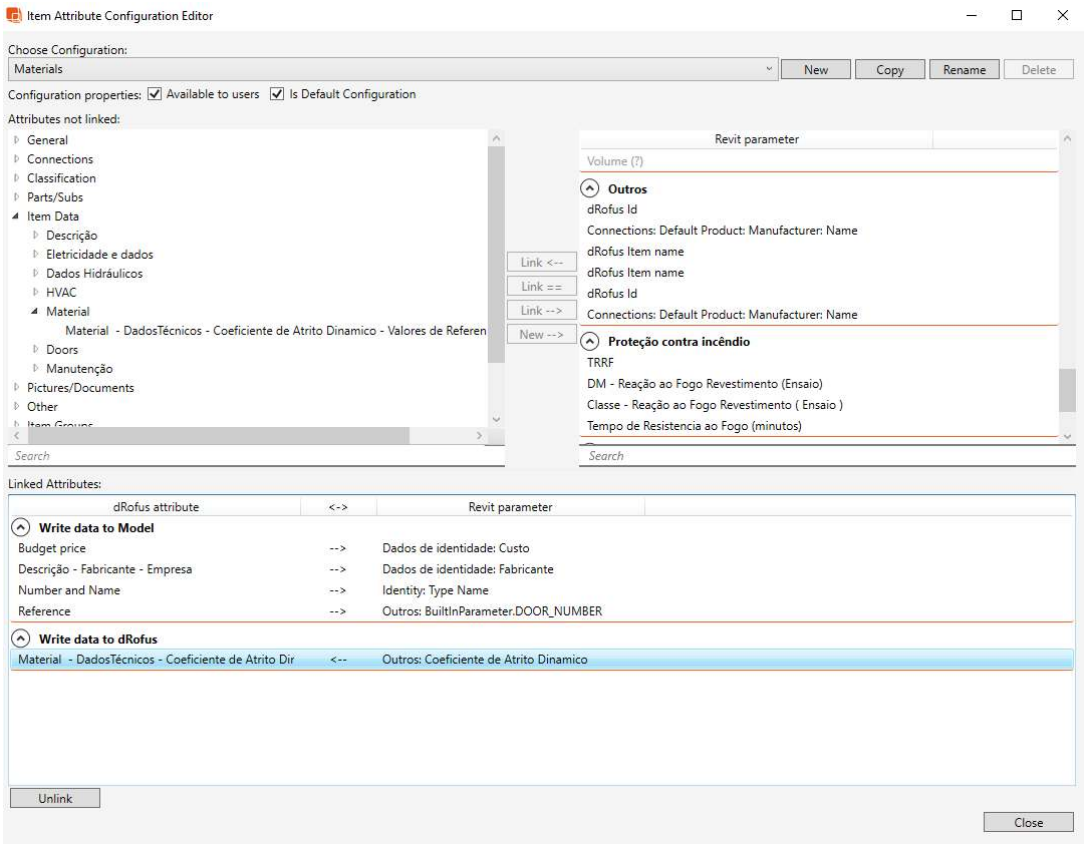
Figura 5: Campos parametrizados – interface dRofus



Fonte: os autores

Configuração no fluxo de dados e sincronização: para que o valor informado no modelo seja de fato enviado ao dRofus, é necessário realizar a sincronização de dados por meio da configuração de atributos presente no plug-in do dRofus instalado no Revit. A parametrização consiste em indicar que o parâmetro do modelo de interesse, no caso o "Coeficiente de Atrito Dinâmico", deve atualizar o campo do dRofus parametrizado no item anterior (Figura 6).

Figura 6: Configuração da sincronização de dados no plug-in – interface Revit



Fonte: os autores

Como a configuração acontece dentro do ambiente do software de modelagem, os projetistas teriam que ser os responsáveis por esta etapa, ou seja, pela sincronização de cada parâmetro, correspondente com a sua disciplina, ao campo relacionado no banco de dados do dRofus. Embora apenas um critério de desempenho esteja sendo exemplificado no presente artigo, essas etapas se repetiram para todos os critérios selecionados como viáveis pela classificação citada no início da seção de metodologia.

Em seguida, a proposta foi levada para uma sessão de Grupo Focal, realizada digitalmente, envolvendo coordenadores de projeto do setor da construção civil e especialistas da Norma de Desempenho. O objetivo da reunião do grupo foi validar a proposta e realizar um diagnóstico sobre a sua aplicabilidade na prática. Assim, a condução do grupo foi estruturada em três etapas, cujos objetivos e estratégias são apresentados, respectivamente, a seguir (Quadro 2):

Quadro 2 – Objetivos e respectivas estratégias para cada etapa do grupo focal

Etapa	Objetivo	Estratégia
Etapa 1	Levantar como é a prática recorrente no gerenciamento de requisitos de projeto	Alinhamento inicial de conceitos sobre o gerenciamento de requisitos.
Etapa 2	A avaliação dos participantes em relação ao sistema proposto	Apresentação da proposta de solução e demonstração de como é a verificação de um critério de desempenho.
Etapa 3	Levantar a percepção dos participantes da viabilidade e dificuldades de utilização na prática da solução	Questionamento da utilização de tecnologias de controle de dados, eficiência na verificação e engajamento da equipe na utilização da tecnologia.

Fonte: os autores

A sessão contou a participação de um consultor da Norma de Desempenho, dois coordenadores de projeto, de empresas distintas, envolvidos com projetos residenciais do Estado de São Paulo, além de um profissional ligado ao meio acadêmico (Quadro 3).

Quadro 3 – Perfil dos participantes do grupo focal

Participante	Formação	Atuação	Tipo de Empresa
Participante A	Engenharia	Consultoria da Norma de Desempenho	Consultoria
Participante B	Engenharia	Acadêmica	Universidade
Participante C	Engenharia	Coordenação de Projetos	Construtora
Participante D	Arquitetura	Coordenação de Projetos	Incorporadora e Construtora

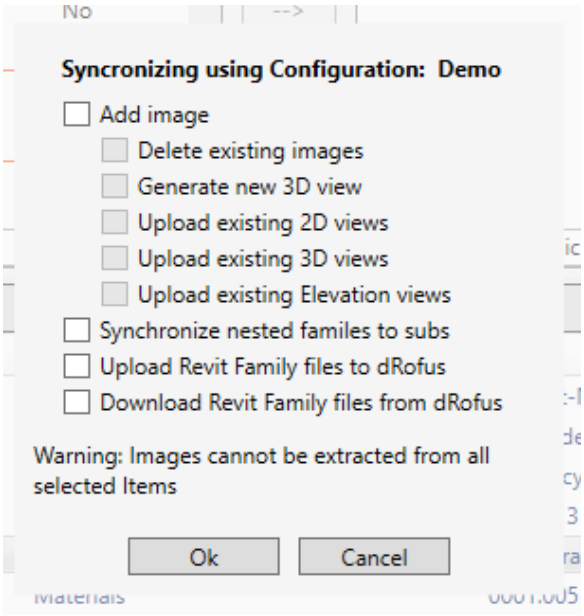
Fonte: os autores

RESULTADOS

VERIFICAÇÃO DE REQUISITOS A PARTIR DO DROFUS

Após toda a parametrização ser concluída, a sincronização entre o modelo com a base de dados do dRofus a partir do plug-in no software de autoria foi feita (Figura 7). O resultado para a verificação do critério exemplo pode ser visto na Figura 8, onde se observa que o valor atribuído ao Coeficiente Dinâmico do respectivo material no Revit, no caso “0,35”, foi levado à interface do dRofus.

Figura 7 – Sincronização com o dRofus a partir do plug-in - interface Revit



Fonte: os autores

Figura 8 – Parâmetro sincronizado - interface dRofus



Fonte: os autores

SESSÃO DO GRUPO FOCAL

A primeira etapa da sessão teve início com o questionamento aos profissionais sobre a prática recorrente no gerenciamento de requisitos de projeto. O Participante D relatou que na sua empresa, os requisitos, incluindo os relacionados à Norma de Desempenho, são protocolados em documentos que são cadastrados no CDE da empresa para consulta de todas as equipes envolvidas.

O Participante C, por sua vez, comentou que por trabalhar em uma construtora, os requisitos do projeto já são consolidados, na maioria das vezes, pela incorporação

por meio de um memorial de construção. O Participante A comentou que na sua experiência, as características do empreendimento são registradas em fichas técnicas, incluindo os itens relacionados aos requisitos de desempenho, como o nível de atendimento pretendido.

Questionou-se em seguida como ocorre a participação de outros projetistas na caracterização dos requisitos do empreendimento relacionados às suas especialidades. O Participante C afirmou que as características do projeto são apenas repassadas aos demais profissionais. O Participante D relatou que a arquitetura é a disciplina que tem o maior impacto na definição de características do empreendimento, pois a solução arquitetônica impacta diretamente em requisitos de desempenho que podem influenciar na viabilidade do produto.

Já na segunda etapa, o Participante D considerou interessante a solução proposta uma vez que os dados de várias disciplinas aparentam ser mais visuais na ferramenta, facilitando a análise de alternativas de projeto para atender a Norma de Desempenho. O Participante A concordou com o participante anterior e afirmou que, de fato, as informações necessárias para a coordenação e consultorias avaliarem o desempenho estão no projeto e memoriais técnicos, sendo a rastreabilidade desses dados um aspecto complexo, principalmente quando chega a fase da obra.

O Participante C afirmou ser muito importante a centralização dos dados, pois muitas vezes há conflitos de informações entre diferentes disciplinas, problema que seria mais bem solucionado se houver uma fonte única de consulta, como o dRofus. Contudo, o participante ressaltou a importância da coordenação de projetos para gerenciar as informações em qualquer que for a tecnologia.

Na mesma linha, o Participante D concordou que as informações no projeto são difusas, mas acrescentou que, na sua empresa, os profissionais conseguem se organizar por meio dos orçamentos de lançamento do empreendimento. O mesmo participante explicou que o controle financeiro de execução do projeto precisa estar muito alinhado com os requisitos do empreendimento desde o lançamento do produto até a finalização do projeto.

Já na terceira etapa, foi questionado aos participantes se a coordenação de projetos está familiarizada com tecnologias de gerenciamento de dados. Os participantes A e C alegaram que não utilizam nada parecido. O Participante D afirmou que a sua empresa está buscando incorporar novas tecnologias nesse sentido, mas que ainda estão na fase de investigação.

O Participante B ressaltou a importância de as informações estarem conectadas com o modelo, que precisa ser atualizado mesmo após a fase de execução para cobrir prováveis mudanças de obra. Por essa razão, a interoperabilidade de ferramentas de gerenciamento de dados com modelos é fundamental.

Com relação à viabilidade de utilizar a ferramenta na prática, os participantes entraram em consenso sobre a facilidade que a tecnologia pode trazer com a automação da busca de informações do projeto, sem descartar a importância do fator humano para parametrizar e gerenciar a ferramenta de forma apropriada.

Embora a verificação tenha sido considerada satisfatória por todos, os participantes também concordaram que os projetistas provavelmente resistiriam para utilizar o sistema, uma vez que acrescenta mais atividades dentro do escopo de trabalho. O Participante A exemplificou que, na maioria das vezes, quem busca e registra as fichas técnicas dos produtos é a Incorporação e não os projetistas, que apenas atestam atendimento às normas técnicas em notas gerais de projeto.

Nesse contexto, foi explicado aos participantes que uma vez que o sistema for parametrizado e os dados adicionados, eles podem ser replicados em diversos projetos com o mesmo padrão de especificação. Sob essa perspectiva, o Participante D afirmou que a solução fica mais interessante, pois de fato seria um ponto de dificuldade configurar todos os parâmetros para cada empreendimento.

O Participante A concordou que a solução ficaria mais viável com a possibilidade de replicar os dados para outros projetos. O Participante D afirmou que os contratantes precisam direcionar e exigir dos projetistas essas novas demandas de especificação de projeto.

CONCLUSÃO

Em relação ao resultado técnico da avaliação de requisitos de desempenho utilizando a ferramenta de gerenciamento de dados dRofus, pode-se considerar que o comportamento da solução, para os objetivos indicados, foi satisfatório. Mesmo não se tratando de um software que pode realizar checagens automáticas de códigos, a capacidade de trocar parâmetros com os modelos de informação e centralizá-los em um banco de dados acessível confere maior automatização para a verificação da norma, mesmo considerando que o usuário ainda precisará realizar a interpretação final dos dados. Reforçando essa conclusão, as discussões do grupo focal validaram que a ferramenta traz benefícios para da verificação de requisitos pela coordenação de projetos, uma vez que, atualmente, os requisitos de desempenho são registrados em documentos de texto ou memoriais descritivos, tornando-se informações com baixa rastreabilidade.

Como limitações do uso dessa solução, como foi proposta, é importante reforçar, primeiramente, que está restrita a alguns itens da norma, isto é, quando esses estão relacionados à especificação de objetos ou parâmetros geométricos do modelo. Outro ponto relevante é que se trata de uma ferramenta que exige grande esforço de parametrização inicial, ganhando maiores vantagens a partir da repetição em outros projetos. Além disso, exige que diferentes agentes se envolvam com configuração da solução dentro dos softwares de autoria por meio do plug-in para que a sincronização ocorra de forma apropriada. Nesse sentido, também é fundamental que a coordenação de projetos conheça sobre os critérios de desempenho para saber as características necessárias que devem ser incluídas modelo e como solicitá-las as diversas disciplinas que compõem o empreendimento;

Como contribuições secundárias, a possível dificuldade de adoção da solução pelos projetistas apontada no grupo focal traz reflexões sobre o atual perfil desses profissionais em processos que exigem maior interação de seus participantes. Tal

fato pode ser considerado para o desenvolvimento de outros trabalhos que tenham como recorte a gestão de projetos, a Norma de Desempenho e o BIM. Vale ressaltar que esse é um diagnóstico limitado à região de São Paulo.

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-1**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.

[2] _____. **NBR 15.575-2**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os Sistemas Estruturais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013b.

[3] _____. **NBR 15.575-3**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 3: Requisitos para os Sistemas de Pisos. Rio de Janeiro: ABNT, 2013c.

[4] _____. **NBR 15.575-4**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os Sistemas de Vedações Verticais internas e externas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013d.

[5] _____. **NBR 15.575-5**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para os Sistemas de Coberturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013e.

[6] _____. **NBR 15.575-6**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 6: Requisitos para os Sistemas Hidrossanitários. Rio de Janeiro: ABNT, 2013f.

[7] ANDRADE, F.; ARANTES, E. Verificação automática de requisitos de projetos da norma de desempenho NBR 15.575 a partir da adequação de regras da plataforma BIM Solibri Model Checker. In: 1° Simpósio Brasileiro de Tecnologia e Comunicação na Construção e 10° Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. Fortaleza, Ceará, 2017.

[8] CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Road Show BIM – Resultados da pesquisa e desdobramentos**. Brasília: CBIC, 2018. Disponível em <https://cbic.org.br/inovacao/wp-content/uploads/sites/23/2018/05/RoadShow.pdf>. Acesso em 11/10/2020

[9] EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K**. Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Bookman Editora, 2014.

[10] LEE, H.; LEE, J.; PARK, S.; KIM, I.Translating building legislation into a computer-executable format for evaluating building permit requirements. **Automation in Construction**, v. 71, p. 49-61, Nov. 2016

[11] OKAMOTO, P. S. **Os impactos da norma brasileira de desempenho sobre o processo de projeto de edificações residenciais**. 2015. 160f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

[12] PREIDEL, C.; BORRMANN, A.Towards code compliance checking on the basis of a visual programming language. **Journal of Information Technology in Construction**, v.21, p. 402-421, Nov. 2016.

[13] WON, J.; LEE, G. How to tell if a BIM project is successful: A goal-driven approach. **Automation in Construction**, Vol. 69, p. 34-43, 2016. Doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2016.05.022