VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
A inovação e o desafio do projeto na sociedade: A qualidade como alvo
Londrina, 17 a 19 de Novembro de 2021

CLASSIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DA NBR 15.575 VISANDO A VERIFICAÇÃO DE PROJETOS[1]

CLASSIFICATION OF NBR 15.575 PERFORMANCE CRITERIA AIMING DESIGN VERIFICATION

NICOLAI, Paola Oliveira de (1); SOUZA, Flávia Rodrigues de (2)

(1) Universidade de São Paulo, paola.nicolai@usp.br

(2) Universidade de São Paulo, flavia.souza@usp.br

RESUMO

No setor brasileiro de construção civil, é reconhecido que a NBR 15.575 lançou requisitos de desempenho importantes para obter níveis altos de qualidade para o ambiente construído. Quando novas metodologias no processo de projeto são analisadas, o BIM tem um grande potencial para a gestão desses requisitos pois trouxe tecnologias capazes de conectar informação com modelos digitais. Assim, o artigo tem como objetivo propor um sistema de classificação para requisitos de desempenho, visando a sua verificação por coordenadores de projeto, utilizando ferramentas relacionadas ao BIM. Para atingir esse objetivo, o conteúdo da norma foi estudado e diretrizes iniciais elaboradas para organizar os requisitos em grupos com características comuns. Em seguida, uma sessão de grupo focal foi conduzida, com profissionais do setor da construção civil, para discutir a classificação, aproveitando-se do conhecimento dos participantes para validar e melhorar a proposta. Como resultado, além da elaboração de uma revisão da classificação dos requisitos mais coerente com o gerenciamento da NBR 15.575 e compatível com as tecnologias escolhidas, o artigo também traz reflexões importantes da própria prática profissional de coordenadores de projeto neste contexto.

Palavras-chave: *NBR 15.575, Requisitos de Desempenho, Modelagem da Informação da Construção (BIM)*

ABSTRACT

In Brazilian civil construction sector, is recognized that NBR 15.575 introduced important performance requirements to obtain high levels of quality to the built environment. When new methodologies in the design process are analyzed, Building Information Modeling has a huge potential to this requirements management because brought technologies capable of connecting the necessary information with digital models. Thus, the objective of this paper is to propose a classification system for performance requirements, aiming its verification by project managers, using BIM based tools. To achieve this goal, the standard content was studied, and initial guidelines was elaborated to organize the requirements in similar groups. Then, a focal group was conducted, with professional of civil construction sector, to discuss the classification, making use of their expertise to validate and improve the proposal. As a result, besides of the achievement of a classification system revision more compatible with a

[1]NICOLAI, Paola Oliveira de; SOUZA, Flávia Rodrigues de. Classificação de critérios de desempenho da NBR 15.575 visando a verificação de projetos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO, 7., 2021, Londrina. **Anais**... Londrina: PPU/UEL/UEM, 2021. p.1-10. DOI https://doi.org/10.29327/sbqp2021.438147

proper NBR 15.575 management and the chosen technologies, this paper also brings important considerations about project managers professional practice regarding this context.

***Keywords**: NBR 15.575, Performance Requirements, Building Information Modeling (BIM)*

1 INTRODUÇÃO

Pode-se considerar que o conceito de desempenho de edificações já está bastante consolidado no meio acadêmico. Embora seja relativamente simples, sua aplicação na prática é complexa, pois além de envolver aspectos técnicos, envolve as exigências dos usuários. Kern, Silva e Kazmierczak (2014) definem que o desempenho se relaciona com as necessidades humanas sendo atendidas pelo edifício, de modo a cumprir a sua função ao longo da sua vida útil.

Desde 2013, os projetos residenciais brasileiros passaram a ter que cumprir requisitos de desempenho lançados pela norma ABNT NBR 15.575 – Edificações Habitacionais – Desempenho, transformando o modo como essas construções estão sendo projetadas e produzidas (OKAMOTO, 2015). O documento faz referência a outros 255 regulamentos técnicos, tornando-se assim, segundo Andrade e Arantes (2017), um dos principais códigos voltados para construções habitacionais no Brasil.

Desta forma, pode-se inferir que o atendimento à Norma de Desempenho está longe de ser simples. Quando se observa especificamente a fase de projeto, os coordenadores, como representantes dos interesses do cliente no desenvolvimento dos empreendimentos, precisam ir além das atividades de compatibilização. Esses profissionais precisam garantir que todas as disciplinas estejam convergindo suas soluções para o cumprimento da respectiva norma, buscando formas de otimizar a auditoria de projetos para este fim. Nesse sentido, embora avanços tenham sido alcançados desde 2013, diversas dificuldades persistem (OTERO, 2008) e ainda se observa pouca clareza por parte dos coordenadores de projeto de quando e como verificar esses requisitos de forma eficiente.

Nos últimos anos, a busca por melhores práticas de trabalho na construção civil está apontando em direção à aplicação dos conceitos do Building Information Modeling (BIM) como metodologia para o desenvolvimento de projetos. As vantagens para a coordenação de projetos em trazer o BIM para o gerenciamento de requisitos de desempenho pode ser analisada, inicialmente, pela automatização que algumas ferramentas de suporte podem trazer para a verificação de projetos.

Nesse contexto, o campo tecnológico a ser explorado ainda é vasto. Contudo, para que as potencialidades e limitações de qualquer ferramenta sejam identificadas, é necessário compreender as características dos requisitos de desempenho e que tipo de informações são necessárias para que a sua checagem seja considerada realizada. Assim, a questão colocada é: qual é a natureza da exigência de cada critério da NBR 15.575, de forma a identificar a possibilidade, ou a inviabilidade, de parametrizar o seu conteúdo por tecnologias de análise de dados?

Por esta razão, o objetivo do artigo é propor uma classificação para os critérios de desempenho que auxiliará na identificação daqueles que podem ser verificados de acordo com os recursos de duas soluções elencadas pelos autores: (i) o dRofus (ferramenta ainda pouco explorada no gerenciamento de dados da construção civil) e (ii) Extração de dados de arquivos IFC (Industry Foundation Class) a partir da parametrização em códigos de programação em Python (proposta dos autores).

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. A elaboração de diretrizes de verificação de requisitos por cada uma das tecnologias citadas, cuja base tem a classificação que será proposta, não será o escopo do artigo. Contudo, busca-se contribuir para o melhor entendimento das características dos requisitos da NBR 15.575, possibilitando extrapolar os resultados para a delimitação de estudo de outros sistemas e ferramentas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dividida em seis partes, a NBR 15.575 apresenta parâmetros relacionados à segurança, habitabilidade e sustentabilidade, focando no comportamento em uso da edificação. Este regulamento preconiza níveis de desempenho que os sistemas do edifício devem possuir, independente dos materiais ou componentes que forem especificados e utilizados em sua produção.

A discussão da sinergia entre o BIM e os requisitos da NBR 15.575 já foi iniciada no meio acadêmico, como pode ser observado nos trabalhos de Silva Junior (2016), que explora os requisitos de desempenho a partir da modelagem de projetos arquitetônicos, e Andrade e Arantes (2017), que abordaram as potencialidades do software Solibri para a verificação de critérios, por exemplo. Entre outras tecnologias alinhadas com o BIM disponíveis, duas soluções ainda pouco exploradas para a verificação de informações em projetos podem ser vislumbradas e são descritas a seguir.

O dRofus (Grupo Nemetschek) é uma ferramenta que tem como objetivo gerenciar dados não gráficos de projetos da construção civil. O software parte do princípio de que os empreendimentos são formados por espaços, organizados em uma estrutura lógica, com características e requisitos a serem atendidos. Para gerenciar todas essas informações, o dRofus permite, para cada espaço criado na ferramenta, registrar os requisitos em Fichas de Dados. Uma das grandes vantagens dessa solução é que ela consegue se conectar diretamente com os modelos de informação através de plugins nos softwares de autoria. É importante ressaltar que o dRofus não é um verificador de regras, mas a possibilidade de extrair parâmetros do projeto e alimentar as fichas automaticamente pode trazer vantagens significativas para automatizar processos de verificação.

A segunda solução é a verificação de requisitos de desempenho a partir da extração de dados de arquivos IFC com o auxílio de códigos de programação em linguagem Python, também utilizados para parametrizar as regras para checar se as informações estão em conformidade ou não com a Norma de Desempenho. Neste caso, é uma proposta criada pelos autores que, além de trabalhar com formatos abertos, não necessita da compra de licenças de softwares. A biblioteca IfcOpenShell (Open CASCADE) é um importante recurso para viabilizar a exploração de arquivos IFC em ambientes de programação.

3 METODOLOGIA

Para atingir o objetivo proposto, primeiramente estudou-se o conteúdo da NBR 15.575, listando-se todos os critérios das suas seis partes. A análise buscou identificar características comuns entre os itens, seguindo análises relacionadas à objetividade, valores de referência e métodos de avaliação, por exemplo. Esta

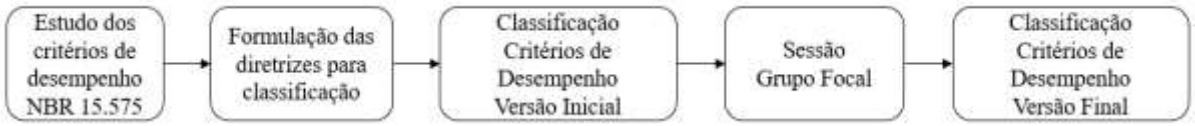
primeira etapa possibilitou a formulação de diretrizes iniciais para a classificação.

Em seguida, foi conduzida uma sessão de grupo focal, 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 inicial de classificação dos critérios de desempenho, de maneira a levantar:

- Percepção dos participantes das lacunas identificadas e pertinência de discussão do assunto
- A coerência ou não da classificação de critérios realizada, de acordo com o conhecimento prático e técnico da Norma de Desempenho pelos participantes

A sessão contou com a participação de uma consultora da Norma de Desempenho, duas coordenadoras de projeto e uma gerente de projetos, de empresas distintas, envolvidas com projetos residenciais da região de São Paulo (Quadro 1). O grupo focal teve o consentimento livre e esclarecido dos participantes. É importante salientar que essa é a primeira sessão de uma série de encontros realizados para discutir tecnologias e o processo de projeto sob a luz do BIM no gerenciamento de requisitos de desempenho. A estrutura completa da metodologia adotada pode ser vista na Figura 1, a seguir:

Figura 1–Metodologia Utilizada



Fonte: Os autores

Quadro 1 – Perfil dos participantes do grupo focal

Participante	**Formação**	**Atuação**	**Tipo de Empresa**
Participante A	Engenharia	Consultoria da Norma de Desempenho	Consultoria
Participante B	Arquitetura	Coordenação de Projetos	Construtora
Participante C	Engenharia	Coordenação de Projetos	Gerenciadora
Participante D	Arquitetura	Gerência de projetos	Incorporadora e Construtora

Fonte: Os autores

Por se tratar da primeira sessão com os especialistas e considerando os objetivos da mesma, o grupo foi estruturado em 2 partes:

1) Apresentação dos objetivos da pesquisa e discussão sobre as principais dificuldades encontradas no gerenciamento de requisitos, de maneira a confirmar as lacunas identificadas anteriormente.

2) Apresentação e discussão da análise e proposta de classificação dos critérios de desempenho.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Classificação critérios de desempenho – Versão inicial

O estudo da Norma de Desempenho se iniciou com a organização do conteúdo das seis partes da norma em um quadro, estudando-se cada item a partir da descrição de todos os requisitos e métodos de avaliação. A primeira questão que se observa se relaciona com características qualitativas e quantitativas dos itens. É importante notar que, segundo a Norma de Desempenho, todos os critérios são considerados quantitativos. Contudo, com o estudo de conteúdo do documento, identificaram-se critérios com recomendações subjetivas ou indicando outras normas técnicas a serem consultadas, que podem não ter caráter qualitativo, mas por serem apenas indicadas na NBR 15.575, caracterizam o critério de forma distinta. Desta forma, utilizou-se a diretriz de indicação direta de valores numéricos de referência para reclassificar os critérios nesse primeiro nível.

- Exemplo de critério classificado como "Quantitativo"

Parte 1 – 16.1.1 Altura mínima de pé direito: a altura mínima do pé-direito não pode ser inferior a 2,50 m. Em vestíbulos, halls, corredores, instalações sanitárias e despensas admite-se que o pé-direito se reduza ao mínimo de 2,30 m.

- Exemplo de critério classificado como "Qualitativo":

Parte 1 - 8.2.1.1 Proteção contra descargas atmosféricas: os edifícios multifamiliares devem ser providos de proteção contra descargas atmosféricas, atendendo ao estabelecido na ABNT NBR 5419 e demais Normas Brasileiras aplicáveis, nos casos previstos na legislação vigente.

Os critérios quantitativos podem ser divididos entre (Quadro 2):

- Métricas Declaradas: critérios com referências numéricas explícitas
- Métricas Adaptadas: critérios com recomendações em formato de texto, mas que podem ser adaptadas para valores numéricos

Os critérios qualitativos, por sua vez, subdividem-se em (Quadro 3):

- Os critérios satisfeitos pelo atendimento completo de outras normas técnicas (muitos itens precisam ser mapeados) ou pelo atendimento de pontos específicos indicados nesses documentos (poucos itens precisam ser mapeados)
- Critérios vagos ou subjetivos, necessitando diferentes análises para o seu atendimento.

Quadro 2 – Classificação dos critérios quantitativos

Primeiro Nível	Segundo Nível	Exemplo	*Comentário*
Quantitativo	Métricas Declaradas	**Parte 1/17.3.1 Força necessária para o acionamento de dispositivos de manobra:** componentes, equipamentos e dispositivos de manobra devem ser projetados, construídos e montados de forma a evitar que a força necessária para o acionamento não exceda 10 N nem o torque ultrapasse 20 Nm.	Referencias numéricas explícitas: 10N e 20Nm
	Métricas Adaptáveis	**Parte 1/16.2.1 Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação:** para os projetos de arquitetura de unidades habitacionais, sugere-se prever no mínimo a disponibilidade de espaço nos cômodos do edifício habitacional para colocação e utilização dos móveis e equipamentos-padrão listados no Anexo X.	O anexo X traz uma relação de móveis por espaço, com as respectivas dimensões mínimas. É possível transformar essas exigências em área ideal para os espaços.

Fonte: Os autores

Quadro 3 – Classificação dos critérios qualitativos

Primeiro Nível	Segundo Nível	Terceiro Nível	Exemplo	*Comentário*
Qualitativo	Subjetivo	----------	Parte 3 – 9.3.1 A superfície do sistema de piso não pode apresentar arestas contundentes: a superfície do sistema de piso também não pode liberar fragmentos perfurantes ou contundentes, em condições normais de uso e manutenção, incluindo as atividades de limpeza	O critério não apresenta uma caracterização clara para a superfície do sistema de piso se enquadrar nessa exigência.
	Referência a outras Normas	Muitos itens a serem mapeados	Parte 2 – 7.3.1 Estados-limites de serviço: sob a ação de cargas gravitacionais, de temperatura, de vento (ABNT NBR 6123), recalques diferenciais das fundações (ABNT NBR 6122) ou quaisquer outras solicitações passíveis de atuarem sobre a construção, conforme ABNT NBR 8681.	Análise extensa de outros códigos

		Poucos itens a serem mapeados	Parte 3 – 9.2.1 Desníveis abruptos: para áreas privativas de um mesmo ambiente, eventuais desníveis abruptos no sistema de piso de até 5 mm não demandam tratamento especial. Desníveis abruptos superiores a 5 mm devem ter sinalização que garanta a visibilidade do desnível, por exemplo, por mudanças de cor, testeiras, faixas de sinalização. Para as áreas comuns deve ser atendida a ABNT NBR 9050.	O critério trata de um ponto específico – desnível entre pisos. Assim, a análise da NBR9050 está limitada, neste caso, a este aspecto e não ao documento completo, mesmo que outros critérios possam exigir a sua análise completa.

Fonte: Os autores

A estrutura completa da classificação inicial proposta pode ser vista pela Figura 2.

Figura 2- Estrutura completa de classificação dos critérios de desempenho



Fonte: Os autores

4.2 Sessão do Grupo Focal

Na primeira parte da sessão do grupo focal, apresentou-se os objetivos do trabalho e se debateu, inicialmente, as principais dificuldades relativas ao atendimento dos requisitos da Norma de Desempenho no processo de coordenação de projetos e a respectiva sinergia com o BIM. Os participantes concordaram que ainda é necessário haver uma evolução do conhecimento técnico dos profissionais da área

em relação à norma. Relatou-se também que a declaração de atendimento aos requisitos por parte dos projetistas nem sempre é fácil, ou seja, muitas vezes não querem assumir ou transferem as responsabilidades técnicas sobre alguns itens, principalmente se houver especialistas ou uma consultoria envolvida. Tal fato foi apontado como um dificultador para a coordenação dos projetos.

Com relação à sinergia da norma com o BIM, os participantes consideram que, primeiramente, as expectativas dos entregáveis do processo de projeto, envolvendo modelagem da informação, ainda não estão alinhadas entre o cliente e os projetistas. Entendem que há recursos que podem ajudar no atendimento de requisitos de desempenho, mas não possuem contato e não conhecem outras empresas que os utilizam.

Em seguida, iniciando-se a segunda parte da sessão, foi discutida a proposta inicial de classificação dos critérios de desempenho da norma. Ao discorrer sobre os objetivos da classificação, visando a verificação dos critérios por tecnologias alinhadas com o BIM para automatizar atividades da coordenação de projetos, os participantes reagiram afirmando que muitos critérios não são do escopo e da capacidade do coordenador verificar e, portanto, atestar se o projeto está atendendo ou não ao requisito, mas sim do projetista, que vai entregar um Atestado de Responsabilidade Técnica (ART), ou do parecer de um especialista. Utilizou-se como exemplo requisitos de desempenho estrutural e de instalações elétricas.

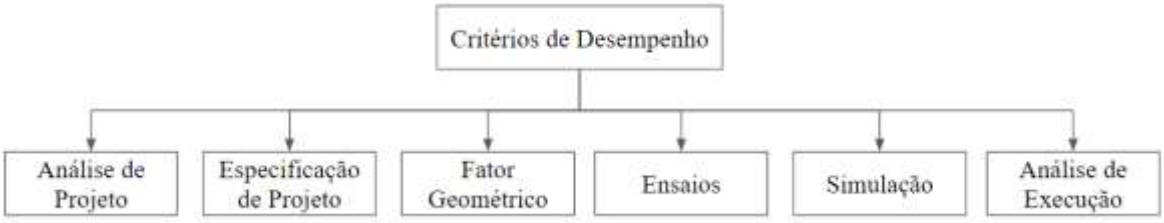
Ainda nesse contexto, os participantes concordaram que o coordenador precisa ter uma visão técnica geral, mas o seu papel é mais forte na compatibilização e no direcionamento das informações que precisam ser atendidas aos projetistas, sendo auxiliados por especialistas, limitando a sua verificação técnica do desempenho para aspectos pontuais. Também foi apontado que os critérios que precisam de simulações, como os relacionados ao conforto térmico, lumínico e acústico, já são verificados por especialistas no momento que estão realizando as análises, assim, não precisariam ter os seus resultados adicionados a um modelo de informação para serem verificados pela coordenação. O grupo concordou que o mesmo raciocínio poderia ser utilizado para critérios que pedem ensaios.

Por outro lado, os especialistas também entraram no consenso que, de fato, existem critérios que precisam ser analisados com mais cuidado por coordenadores, como aqueles relacionados a alguma especificação de projeto (materiais, equipamentos, etc.) ou características físicas do modelo, como o pé direito. Desta forma, os participantes chegaram à conclusão de que essas práticas poderiam ser a base do sistema de classificação, aprofundando as potencialidades de tecnologias somente em relação a critérios que de fato precisam ser verificados através de um modelo. Concordam que, mesmo que não se estenda para a maioria dos itens da norma, o que for possível fazer de forma mais automatizada já é desejável.

5 RESULTADOS

Após as discussões levantadas no grupo focal, considerou-se pertinente relacionar a caracterização dos critérios de desempenho sob o ponto de vista da prática profissional da coordenação de projetos, o que indica a necessidade de revisão da proposta inicial. Desta forma, com os resultados do grupo focal e novas análises da Norma de Desempenho, os grupos de classificação final são (Figura 3):

Figura 3 - Estrutura completa de classificação dos critérios de desempenho



Fonte: Os autores

- **Análise de projeto:** critérios que exigem análises mais aprofundadas das soluções de projetos de cada disciplina, não fazendo parte da capacidade técnica da coordenação de projetos. Critérios desse grupo foram considerados inviáveis de serem verificados pelas tecnologias escolhidas. É importante reforçar que não é proposta da pesquisa verificar a potencialidade de ferramentas para códigos normativos específicos, que não a ANBT NBR 15.575, mesmo que ela os referencie, como por exemplo: ABNT NBR 9050, citada frequentemente nos critérios de acessibilidade.
- **Especificação de projeto:** critérios que envolvem diretamente a especificação de um material ou outro componente da edificação. Esses critérios precisam e são viáveis de serem verificados a partir de parâmetros do modelo.
- **Fator Geométrico:** critérios relacionados diretamente a características geométricas gerais do projeto. Esse grupo também reúne itens que são viáveis de serem verificados pelas ferramentas a partir dos dados do modelo.
- **Ensaios:** critérios que precisam ser comprovados pelos resultados de ensaios. As ferramentas não agregam valor na verificação destes itens.
- **Simulações:** critérios que precisam ser comprovados pelos resultados de simulações. As ferramentas não agregam valor na verificação destes itens.
- **Análise de Execução:** critérios relacionados diretamente à análise da qualidade de execução. São critérios verificados fora do escopo do desenvolvimento de modelos.

6 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que, primeiramente, é interessante que a análise de qualquer código normativo visando a automatização de verificação de regras passe também pelo entendimento de aspectos práticos. A introdução de novas tecnologias pode implicar na criação de novos processos, mas entender responsabilidades, por exemplo, pode definir da mesma forma as potencialidades e delimitações de parametrização de uma ferramenta. No caso, a própria atuação da coordenação de projetos no gerenciamento da Norma de Desempenho impactou a caracterização e classificação dos critérios da norma, e os resultados indicaram que não faz sentido um critério ser classificado como qualitativo ou quantitativo, com métricas declaradas ou subjetivas, se na prática o critério não será gerenciado desta forma pelo grupo de interesse.

Assim, os resultados trouxeram reflexões importantes para caracterizar os critérios que a Norma de Desempenho preconiza. Outras contribuições secundárias do

artigo se relacionam com o diagnóstico, delimitados à região de São Paulo, descrito pelos especialistas ao longo da condução do grupo focal, que impactam diretamente na viabilidade de implantação de novas tecnologias para verificação de projetos. Destaca-se o fato de que, embora a modelagem da informação já possa estar presente em muitas empresas, ainda falta alinhamento dos entregáveis necessários e que há um baixo domínio tecnológico, principalmente ao não relatarem o uso de alguma ferramenta especificada para a verificação dos requisitos de desempenho em empreendimentos.

REFERÊNCIAS

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

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

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

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

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

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

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.

KERN, A. P.; SILVA, A.; KAZMIERCZAK, C. de S. O processo de implantação de normas de desempenho na construção: um comparativo entre a Espanha (CTE) e Brasil (NBR 15575/2013). **Gestão & Tecnologia de Projetos,** v. 9, n. 1, p. 89-102, 2014.

OKAMOTO, P. S. **Os impactos da norma brasileira de desempenho sobre o processo de projeto de edificações residenciais**. 2015. 160f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Politécnica da USP, São Paulo.

SILVA JUNIOR, M. A. **Parâmetros de desempenho incorporados em projetos de arquitetura com uso de aplicativo de modelagem BIM**. 2016. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo.

OTERO, J. A. **Ferramenta de gestão de riscos baseada na teoria dos conjuntos Fuzzy para suporte à garantia do desempenho de edificações habitacionais**. 2018. 227f. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil- Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília.