

## **ANÁLISE DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO NA COLETÂNEA DE NORMAS DE DESEMPENHO COM ENFOQUE NOS ENSAIOS**

Marcelo Fabiano Costella (UNOCHAPECO e IMED) E-mail: costella@unochapeco.edu.br

Nicolas Staine de Souza (UNOCHAPECO) E-mail: nicolasstaine@unochapeco.edu.br

Silvio Edmundo Pilz (UNOCHAPECO) E-mail: silvio@unochapeco.edu.br

Elvira Maria Vieira Lantelme (IMED) E-mail: elvira.lantelme@imed.edu.br

**Resumo:** A recente normatização de desempenho de edificações habitacionais ampliou o conteúdo tornando-o complexo e importante para o meio profissional e acadêmico, entretanto, a rotina acelerada e a ausência de viés técnico continuam contribuindo na demora da aplicação desses conceitos de habitação nacional. O presente estudo interpreta e caracteriza a normatização de desempenho dos requisitos e métodos de avaliação com enfoque nos ensaios de laboratório e de tipo. Por meio de discussão com especialistas da área e construtoras do Sinduscon, visitas a laboratórios e análise minuciosa dos requisitos da norma de desempenho, os resultados estão apresentados em tabelas separadas por categoria de desempenho que apresentaram os ensaios de cunho obrigatório da norma, seguido de discussões do procedimento de ensaios e suas particularidades. O estudo provoca a discussão sobre quais ensaios seriam necessários e como deveriam ser realizados, uma vez que hoje isto não está claro na norma de desempenho, sequer para os especialistas.

**Palavras-chave:** Métodos de avaliação de desempenho, Norma de desempenho, Ensaios.

## **ANALYSIS OF ASSESSMENT METHODS ON STANDARDS COMPILATION OF BUILDING PERFORMANCE WITH FOCUS ON TESTS**

**Abstract:** The recent standardization of housing buildings performance brings with it a lot of complex and important content for professional and academic environment, however, the routine accelerated and a missing technical bias contribute to delay the application of the concepts in the national housing. This study tried to interpret the performance of standardization of its requirements and evaluation methods with a focus on laboratory testing and type. Through discussion with experts in the field and construction companies, visits to laboratories and thorough analysis of the performance requirements of the standard, the results are presented in a series of tables, separated by performance category presenting the compulsory nature of tests of the standard followed by testing procedures. The study contributes to the discussion about which tests are needed and how they should be conducted, which today is not clear in the performance standard, even for experts

**Keywords:** Performance evaluation methods, performance standards, Tests.

### **1. INTRODUÇÃO**

O conjunto de características ou capacidades de rendimento ou comportamento de um indivíduo, de uma organização, de produtos ou sistemas é definido como desempenho, conceito que é utilizado quando comparado com metas, requisitos ou expectativas. A relação positiva que a edificação estabelece com seus agentes e com as atividades ocorridas em seu ambiente é o fator predominante para o sucesso em termos de desempenho. O desempenho global da edificação, deve estar baseado nas necessidades dos usuários finais e no uso destinado a cada parte da edificação e a partir disso, são definidos os requisitos e as respectivas soluções de engenharia (SZIGETI; DAVIS, 2005). Diversos autores discutem a evolução do conceito de desempenho das edificações (GIBSON, 1982; BRANDT, 1986; FOLIENSTE, 2005; BORGES; SABATTINI, 2008), incluindo a criação da ISO 6240 (ISO, 1980) e a ISO 6241 (ISO, 1984),

que propõem padrões de desempenho para edificações.

No cenário nacional, os trabalhos em torno da engenharia de desempenho iniciaram na década de 80 com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1998). Outra iniciativa, foi a criação do SINAT (Sistema Nacional de Avaliações Técnicas), que objetiva avaliar produtos inovadores para os procedimentos os quais não existam normas técnicas específicas (BRASIL, 2015).

No ano de 2003, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) trabalhou para estabelecer uma normatização específica de desempenho de edificações. Foi um processo de 10 anos até que em 2013, uma versão definitiva da norma fosse publicada. A coletânea de normas de desempenho possui seis partes (ABNT, 2013 a,b,c,d,e,f) e teve como objetivo estabelecer um desempenho mínimo padrão baseado nas necessidades dos usuários. Este modelo padrão foi definido através de requisitos e critérios distribuídos nos sistemas que compõe uma edificação e apresentava os resultados que deveriam ser atingidos e não a maneira prescritiva de obtê-los, possibilitando a utilização de variadas técnicas construtivas, materiais e soluções de engenharia na edificação. Isso mostra atualmente uma estimulação ao desenvolvimento da inovação tecnológica.

Apesar da abordagem e as normatizações de desempenho serem benéficas para a cadeia construtiva (SEXTON; BARRET, 2005), Lorenzi (2013) já apontava falhas na normatização de desempenho brasileira, que apresentara conteúdo técnico subjetivo ou vago e utilizando métodos de avaliação ineficientes. Atualmente, o Brasil tem enfrentado dificuldades em atender normas técnicas prescritivas, tornando difícil a implantação de uma norma de desempenho que demanda interpretação e estudo mais aprofundado, além de um maior viés técnico para sua aplicação.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2013) em uma tentativa de suprir o problema de atendimento da norma, lançou um Guia Orientativo para Atendimento da NBR 15575. No entanto, a dificuldade de compreensão do tema e a ausência de tentativas de aplicação são evidentes. Logo, o presente estudo busca interpretar e caracterizar a normatização de desempenho através de uma análise quantitativa e qualitativa de seus requisitos e métodos de avaliação, com enfoque principalmente nos ensaios, transpondo o conteúdo técnico proposto para situações de sua aplicação prática no cenário nacional.

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Para realização deste estudo, foram realizados mapeamentos de todos os requisitos apresentados na Norma, sendo que para cada requisito observou-se seus objetivos, critérios e métodos de avaliação. Contribuíram para este mapeamento atividades em campo realizadas pelos pesquisadores, podendo-se destacar: a) visitas e consultas técnicas a Instituições Técnicas Avaliadoras (ITA) da região sul do Brasil (ITT Performance Unisinos/RS, SENAI Criciúma/SC e LACTEC Curitiba/PR), para investigação e melhor conhecimentos dos ensaios utilizados na avaliação de desempenho; b) discussão sobre os requisitos da norma com empresas no município de Chapecó e no âmbito do SINDUSCON, através da participação em assembleias e reuniões de diretoria; c) discussão dos métodos de avaliação de desempenho com especialistas de cada área em vários ambientes, tais como na mesa de debate no XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC e no curso “Norma de desempenho em edificações habitacionais” na IMED/Passo Fundo.

A partir disso, os requisitos da norma de desempenho foram quantificados e documentados em planilhas, classificando-os por sistemas (partes da norma), categoria de

desempenho e a normatização que rege o procedimento de avaliação. Após o mapeamento inicial, foram analisados os tipos de métodos de avaliação de desempenho categorizados como: (a) ensaios de laboratório (ex.: propagação de chamas em vedações verticais, ignição de chama de materiais); (b) ensaios de campo (ex.: isolamento acústico entre pisos, teste de estanqueidade após impermeabilização); (c) inspeções em protótipos ou em campo (ex.: protótipo para teste de rota de fuga em incêndio); (d) análises e/ou simulações de projeto (ex.: análise do projeto preventivo de incêndio conforme normas do Corpo de Bombeiros, simulação de desempenho térmico em software).

O Quadro 1 exemplifica as planilhas elaboradas para analisar e quantificar os tipos de métodos de avaliação de desempenho. Observa-se que são propostos na norma mais de um método de avaliação para um determinado critério ou requisito (campos preenchidos por cores).

Quadro 1- Exemplo de planilha utilizada no mapeamento dos métodos de avaliação de desempenho

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO – VEDAÇÕES VERTICAIS – NBR 15575					
ESTANQUEIDADE					
REQUISITO	SISTEMA	ENSAIO LABORATÓRIO	ENSAIO DE CAMPO	INSPEÇÃO EM PROTÓTIPO OU EM CAMPO	ANÁLISE E/ OU SIMULAÇÃO DE PROJETO
Escala de custo		Maior Investimento			Menor Investimento
Estanqueidade à água da chuva, considerando-se a ações dos ventos	Vedações verticais externas (fachada)				
Umidade decorrente da ocupação do imóvel	Vedações verticais externa e internas				
Estanqueidade de superfícies em contato com áreas molhadas	Vedações verticais internas e externas				

Fonte: elaboração dos autores.

No entanto, para simplificar a pesquisa e visando tornar os resultados mais próximos da prática diária de engenharia, apenas um método de avaliação foi contabilizado para cada requisito. O critério utilizado para simplificação foi o nível de investimento demandado para avaliação de cada requisito, que priorizou-se nesse estudo as avaliações de desempenho realizadas por meio de análises e simulações de projeto, seguidos de inspeções e, por último, os métodos que demandam maior investimento, os ensaios de tipo e laboratório. Assim, quando dois métodos de avaliação eram mencionados na norma, apenas o método de menor investimento foi contabilizado na avaliação quantitativa realizada nesse estudo.

Com base neste critério foi feita a quantificação dos métodos de avaliação de desempenho para cada parte da norma, tendo em vista que, para alguns requisitos, a única opção disponível de avaliação foram os ensaios. Esses são ressaltados e discutidos em tabelas específicas, pois, tendo em vista a dificuldade de realização e a necessidade de maior investimento, são o foco principal desse artigo.

### 3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

#### 3.1. QUANTIFICAÇÃO DOS REQUISITOS

No Quadro 2 estão quantificados os requisitos apresentados na NBR 15575. Pode-se observar que os sistemas estruturais possuem o menor número de requisitos, o que se pode explicar devido à intensa normatização da área estrutural e a preocupação do setor e de profissionais com esse requisito de desempenho.

Em contraponto, os sistemas hidrossanitários contemplam um grande número de requisitos, mas essa parte da norma apresenta poucas contribuições em relação ao desempenho, já que remete seus critérios e métodos de avaliação a recomendações de manuais técnicos, normas regulamentadoras e normas técnicas nacionais e internacionais pré-existentes. Importante ressaltar que o elevado número de requisitos deriva também da grande variedade de componentes dos sistemas hidrossanitários.

Os sistemas de pisos, vedações e cobertura, por terem funções analogicamente semelhantes, possuem número de requisitos de desempenho muito semelhantes. A parte 1 da norma, por abranger a edificação como um todo, apresenta grande quantidade de requisitos, os quais são detalhados nas partes subsequentes da norma.

Quadro 2 – Requisitos da norma de desempenho – Quantificação por partes da norma

Parte 1: Requisitos Gerais	30
Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais	6
Parte 3: Requisitos para os sistemas de piso	21
Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas	22
Parte 5: Requisitos para os sistemas de cobertura	29
Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários	41
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>

Fonte: elaboração dos autores.

Quadro 3 – Quantificação por categoria de desempenho e por requisitos do usuário

Desempenho Estrutural	29	68	Segurança
Segurança Contra Incêndio	20		
Segurança no Uso e na Operação	19		
Estanqueidade	16	60	Habitabilidade
Desempenho Térmico	6		
Desempenho Acústico	12		
Desempenho Lumínico	3		
Conforto Tátil e Antropodinâmico	4		
Saúde Higiene e Qualidade do Ar	9		
Funcionalidade e Acessibilidade	10		
Durabilidade e Manutenibilidade	19	21	Sustentabilidade
Adequação Ambiental	2		
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>	<b>TOTAL</b>	

Fonte: elaboração dos autores.

O Quadro 3 apresenta a quantificação por categoria de desempenho e por requisitos do usuário. Pode-se observar que o principal foco da norma de desempenho é a segurança, concentrada em três categorias de desempenho (segurança estrutural, contra incêndio e no uso e na operação). Depois, a norma contempla o bem estar do usuário e a qualidade da habitação da edificação distribuída em sete requisitos de desempenho. Por fim, a norma apresenta requisitos em sustentabilidade focados na durabilidade e manutenibilidade de sistemas e na adequação ambiental. Este é um ponto negativo, tendo em vista a influência que a construção

civil tem hoje na sustentabilidade global, ou seja, a norma não aborda aspectos de racionalização de recursos naturais e eficiência energética de edificações.

### 3.2. QUANTIFICAÇÃO DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

A coletânea de normas de desempenho contempla 149 requisitos. Constatou-se, em toda a coletânea de normas de desempenho, a existência de 52 ensaios, sendo 43 laboratoriais e 9 ensaios de campo (Quadro 4). Estes ensaios são considerados os únicos métodos de avaliação de desempenho disponíveis para atender seus respectivos critérios, portanto são considerados de cunho obrigatório.

Observa-se nos resultados (Quadro 4), que a maioria dos requisitos é passível de avaliação por meio de análise de projeto, o que evidencia a importância da qualidade de projeto no desempenho de edificações. Em menor quantidade, em função da complexidade e especificidade, observa-se os métodos de inspeção em protótipo ou em campo.

Quadro 4 - Quantificação dos métodos de avaliação de desempenho obrigatórios por parte da norma

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO PARA SIMPLES ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DA NORMA					
NORMA	ENSAIO LABORATORIAL	ENSAIO DE CAMPO	INSPEÇÃO EM PROTÓTIPO OU EM CAMPO	ANÁLISE E SIMULAÇÃO DE PROJETO	TOTAL
Geral	2	3	1	24	30
Sistemas estruturais	2	0	0	4	6
Sistemas de pisos	9	2	1	8	20
Sistemas de vedações	9	2	1	11	23
Sistemas de cobertura	9	2	0	18	29
Sistemas hidrossanitários	12	0	3	26	41
<b>Coletânea: total</b>	<b>43</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>91</b>	<b>149</b>

Fonte: elaboração dos autores.

### 3.3. APRESENTAÇÃO DOS ENSAIOS OBRIGATÓRIOS POR CATEGORIA DE DESEMPENHO

Nesta fase do estudo, procurou-se aqui realizar uma avaliação mais detalhada nos ensaios, proposta como método de avaliação da norma de desempenho, em função do grande número de ensaios propostos, sendo estes obrigatórios já que não existem outros tipos de avaliação de menor investimento, bem como da pouca disponibilidade de laboratórios para executá-los e do alto custo envolvido.

A partir disto, as tabelas serão apresentadas por categorias de desempenho (e não por partes da norma), pelo fato de que, para cada categoria de desempenho, há uma tendência de utilização dos mesmos equipamentos para realização dos ensaios, o que facilita a compreensão.

A apresentação e a discussão dos resultados foram organizadas em Quadros (Quadro 5 a 11), os quais apresentam os requisitos e os critérios analisados, seu respectivo ensaio de laboratório ou campo (especificado no cabeçalho das tabelas) e uma breve discussão.

Quadro 5 – Ensaios obrigatórios de desempenho estrutural

ENSAIOS LABORATORIAIS DE DESEMPENHO ESTRUTURAL – TOTAL = 15		
REQUISITO	SISTEMA	ENSAIO
2 – 7.4.1.1 e 7.4.2.1	ESTRUTURAL	Ensaio de impacto de corpo-mole e corpo-duro

3 – 7.4.2	PISO	Ensaio de impacto de corpo-mole e corpo-duro
3 – 7.5.2	PISO	Ensaio de resistência a cargas verticais concentradas
4 – 7.4.2	VEDAÇÕES	Ensaio de impacto de corpo-mole
4 - 7.3.3	VEDAÇÕES	Ensaio de resistência a solicitações de cargas de peças suspensas
4 – 7.5.1.1	VEDAÇÕES	Ensaio de resistência a ações transmitidas por portas
4 – 7.7.2	VEDAÇÕES	Ensaio de cargas incidentes em guarda-corpos e parapeitos de janelas
5 – 7.3.1.1 e 7.3.2.1	COBERTURA	Ensaio de impacto de corpo-mole e corpo-duro
5 – 7.4.2	COBERTURA	Ensaio de resistência a solicitações de cargas de peças fixadas em forro
6 – 7.2.4.1	INSTALAÇÕES	Ensaio de impacto de corpo-mole e corpo-duro
6 – 7.1.1.1	INSTALAÇÕES	Ensaio de resistência mecânica de tubulações suspensas
6 – 7.2.1.1	INSTALAÇÕES	Ensaio de sobrepressão máxima no fechamento de válvulas de descarga

Fonte: elaboração dos autores.

A categoria de desempenho estrutural apresenta o maior número de ensaios (Quadro 6). Apesar do grande número, consistem em três tipos de ensaios aplicados a vários subsistemas: impacto de corpo-mole, impacto de corpo-duro e resistência mecânica. Estes tipos de ensaios contemplam procedimentos técnicos e aparelhagem simples (estruturas de apoio, corpos percussores, defletômetros, etc.), os quais estão disponíveis em diversos laboratórios de engenharia civil e mecânica no Brasil. Logo, é possível afirmar que os ensaios obrigatórios para desempenho estrutural são de simples atendimento, basta que os laboratórios façam pequenas adaptações em seus equipamentos para atendê-los.

Ao contrário dos ensaios de cunho estrutural, os ensaios relacionados à segurança contra incêndio (Quadro 6) são extremamente complexos, visto que envolvem estrutura e aparelhagem avançada e de alto custo (como câmeras queimadoras com alto consumo de GLP e outros aparelhos simuladores de situação de ignição e incêndio).

Em função disto, esses ensaios são restritos, sendo ofertados em quatro laboratórios em todo o Brasil. Por outro lado, quando um sistema for ensaiado, basta que sejam mantidas as mesmas características, o que faz com que o ensaio tenha validade indeterminada. O mesmo raciocínio vale para os materiais ensaiados para ignição e propagação de chamas, os quais necessitam ser ensaiados apenas uma vez porque isso está relacionado com uma característica do material. Assim, ao longo do tempo, o número de ensaios tende a diminuir.

Os ensaios de estanqueidade (Quadro 7), para os sistemas de cobertura, utilizam aparelhagem diferenciadas como câmaras aspersoras e são encontradas nas Instituições Técnicas Avaliadoras (ITA's) da região sul do Brasil. Os ensaios de impermeabilidade são ensaios de campo comumente utilizados pelas empresas para proceder a liberação do serviço de impermeabilização.

Já a avaliação de sistemas hidrossanitários está ligada novamente à incumbência dos fabricantes de componentes, embora o ensaio de estanqueidade do sistema deva ser feito para cada obra.

Quadro 6- Ensaios obrigatórios de desempenho em segurança contra incêndio

ENSAIOS LABORATORIAIS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO – TOTAL=12		
REQUISITO	SISTEMA	ENSAIO
1 - 8.4.2	GERAL	Ensaio para determinação do índice de propagação superficial de chama em materiais de revestimentos, acabamento e isolamento termoacústico
3 - 8.2.2	PISO	Ensaio para determinação do índice de propagação superficial de chama em pisos
3 - 8.2.4	PISO	Ensaio para avaliar a reação ao fogo da face superior de sistemas de piso
3 - 8.3.2	PISO	Ensaio para determinação da resistência ao fogo de elementos estruturais

3 – 8.3.4	PISO	Ensaio de resistência ao fogo de portas e vedadores (selagem corta-fogo das prumadas)
3 – 8.3.6	PISO	Ensaio de resistência ao fogo de portas e vedadores (Tubulações de materiais poliméricos)
4 – 8.2.2	VEDAÇÕES	Ensaio para determinação do índice de propagação superficial de chama em sistemas de vedações (reação ao fogo da face interna e miolos isolantes)
4 – 8.3.2	VEDAÇÕES	Ensaio para determinação do índice de propagação superficial de chama em sistemas de vedações (reação ao fogo da face externa)
4 – 8.4.2	VEDAÇÕES	Ensaio para determinação da resistência ao fogo de elementos de vedação com função estrutural ou não
5 - 8.2.1.1	COBERTURA	Ensaio para determinação do índice de propagação superficial de chama em sistemas de vedações (avaliação da reação ao fogo dos materiais de revestimento e acabamento de sistemas de cobertura, face interna)
5 - 8.2.2.1	COBERTURA	Ensaio para determinação do índice de propagação superficial de chama em sistemas de vedações (avaliação da reação ao fogo dos materiais de revestimento e acabamento de sistemas de cobertura, face externa)

Fonte: elaboração dos autores.

Quadro 7- Ensaos obrigatórios de desempenho em estanqueidade

ENSAIOS LABORATORIAIS DE ESTANQUEIDADE – TOTAL = 7		
REQUISITO	SISTEMA	ENSAIO
5 - 10.1.1	COBERTURA	Ensaio de impermeabilidade de sistemas de cobertura
5 - 10.2.1	COBERTURA	Ensaio de estanqueidade de sistemas de cobertura
5 - 10.5.1	COBERTURA	Ensaio de estanqueidade de sistemas de cobertura impermeabilizados
6 - 10.1.1.1	INSTALAÇÕES	Ensaio de estanqueidade à água do sistema de água fria
6 - 10.1.2.1	INSTALAÇÕES	Ensaio de estanqueidade de peças de utilização
6 - 10.2.1.1	INSTALAÇÕES	Ensaio de estanqueidade das instalações de esgoto e águas pluviais
6 - 10.2.2.1	INSTALAÇÕES	Ensaio de campo, Estanqueidade à água das calhas

Fonte: elaboração dos autores.

Quadro 8- Ensaos obrigatórios de desempenho acústico

ENSAIOS DE CAMPO DE DESEMPENHO ACÚSTICO – TOTAL = 6		
REQUISITO	SISTEMA	ENSAIO
3 - 12.3.1.1	PISOS	Ensaio de níveis de ruídos permitidos na habitação, ruído de impacto em sistemas de piso
3- 12.3.2.1	PISOS	Ensaio de isolamento de ruído aéreo dos sistemas de pisos entre unidades habitacionais
4 - 12.3.1.1	VEDAÇÕES	Ensaio de níveis de ruídos permitidos na habitação, diferença de nível ponderada, promovida pelas vedações externas
4 -12.3.2.1	VEDAÇÕES	Ensaio de níveis de ruídos permitidos na habitação, diferença de nível ponderada, promovida pela vedação entre ambientes
5 - 12.3.2	COBERTURA	Ensaio de isolamento acústico da cobertura devido a sons aéreos
5 - 12.4.1	COBERTURA	Ensaio de nível de ruído de impacto nas coberturas acessíveis de uso coletivo

Fonte: elaboração dos autores.

Os ensaios de desempenho acústico (Quadro 8) tem sido o “gargalo” dos ensaios da norma de desempenho devido a: a) existem poucos laboratórios disponíveis para ensaio completo de acústica; b) os ensaios precisam ser realizados em cada obra, ou melhor, em cada obra que utilizar sistemas e componentes diferentes dos que já foram ensaiados; c) exige o acompanhamento de profissional altamente especializado durante a realização do ensaio, o que aumenta o custo do ensaio; d) é baseado somente em normas internacionais (ISO 140). Outra questão importante é o fato de que não basta somente realizar o ensaio quando a obra estiver pronta porque o resultado pode ser aquém do esperado. É necessário projetar e executar os tratamentos acústicos para atingir o resultado desejado, o que, muitas vezes, demanda ensaios intermediários.

A avaliação do desempenho de durabilidade e manutenibilidade (Quadro 9), contemplam apenas três ensaios, entre estes, apenas o de avaliação de ação de calor e choque térmico em vedações externas de fachada é de elevada complexidade, pois utiliza de aparelhagem de alto custo, bem como procedimento técnico minucioso, o qual está disponível somente em uma ITA no sul do Brasil. Os outros dois ensaios costumam ser fornecidos pelo fabricante dos pisos e da cobertura, respectivamente.

Quadro 9- Ensaios obrigatórios de desempenho em durabilidade e manutenibilidade

ENSAIOS LABORATORIAIS DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE – TOTAL 3		
REQUISITO	SISTEMAS	ENSAIO
3 - 14.3.2	PISOS	Ensaio de resistência a ataques químicos em sistemas de pisos
4 - 14.1.1	VEDAÇÕES	Ensaio de resistência a ação de calor e choque térmico em vedações externas de fachada
5 - 14.2.1	COBERTURA	Ensaio de estabilidade da cor de telhas e de outros componentes da cobertura

Fonte: elaboração dos autores.

Os ensaios de saúde, higiene e qualidade do ar (Quadro 10) não estão detalhados na norma de desempenho, de modo que a metodologia de ensaio é distinta conforme a legislação vigente de cada município ou estado. Portanto, é recomendável a consulta do código de obras, código da ANVISA e ou legislação estadual da Vigilância Sanitária do local em que a obra está sendo construída.

Quadro 10- Ensaios obrigatórios de desempenho em saúde higiene e qualidade do ar

ENSAIOS DE CAMPO SAÚDE HIGIENE E QUALIDADE DO AR – TOTAL=3		
REQUISITO	SISTEMA	ENSAIO
1 - 15.2.2	GERAL	Ensaio proliferação de micro organismos
1 - 15.3.2	GERAL	Ensaio de poluentes na atmosfera interna à habitação
1 - 15.4.2	GERAL	Ensaio de poluentes no ambiente de garagem

Fonte: elaboração dos autores.

Os ensaios de conforto tátil e antropodinâmicos (Quadro 11) são focados em componentes hidrossanitários e, como estão ligados diretamente aos fabricantes, estes realizam os ensaios e apresentam os laudos aos construtores que utilizarem o seu produto.

Quadro 11- Ensaios obrigatórios de desempenho em conforto tátil e antropodinâmico e adequação ambiental

LABORATORIAIS CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO E ADEQUAÇÃO AMBIENTAL – TOTAL=3		
REQUISITO	SISTEMA	ENSAIO
6 - 17.2.1	INSTALAÇÕES	Ensaio de conforto na operação dos sistemas prediais, adequação ergonômica dos equipamentos hidrossanitários
6 - 18.1.1.1	INSTALAÇÕES	Ensaio de consumo de água em bacias sanitárias
6 - 18.1.2.1	INSTALAÇÕES	Ensaio de fluxo de água em peças de utilização, vazão em metais sanitários

Fonte: elaboração dos autores.

Para os ensaios de segurança no uso e operação (Quadro 12), se aplicam os mesmos conceitos explicados no item anterior, com exceção do ensaio de coeficiente de atrito de pisos, o qual tem apresentado polêmica no que diz respeito aos seus resultados. O fato é que alguns pisos com coeficiente de atrito aceitável pela norma, na prática, quando molhados, continuam sendo perigosamente escorregadios, ou seja, não apresentam o desempenho esperado, mesmo sendo “aprovados” no ensaio. Enfim, o ensaio é simples e, habitualmente, já é apresentado o laudo pelo fornecedor, mas os resultados não são satisfatórios na prática.

Quadro 12- Ensaios obrigatórios de desempenho em segurança no uso e na operação

ENSAIOS LABORATORIAIS DE SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO – TOTAL = 3		
REQUISITO	SISTEMA	ENSAIO
3-9.1.2	PISO	Ensaio do coeficiente de atrito da camada de acabamento de sistemas de piso
6 - 9.1.2.1	INSTALAÇÕES	Ensaio de corrente de fuga em equipamentos em metais hidrossanitários
6 – 9.4.2	INSTALAÇÕES	Ensaio de limitação da temperatura de utilização da água de sistemas hidrossanitários

Fonte: elaboração dos autores.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer desse estudo, foi possível observar que o setor da construção civil ainda não possui uma clareza quanto aos ensaios requeridos pela normatização de desempenho, nem quanto às possibilidades de métodos de avaliação propostos na Norma de Desempenho, os quais estão sintetizados no presente estudo. A incumbência da realização de ensaios é outro tema bastante discutido, porém demanda estudos complementares.

Foram constatados na análise qualitativa da norma, problemas relacionados a erros textuais, ausência de conteúdos importantes na etapa de avaliação de desempenho e textos vagos de difícil interpretação, portanto, outra sugestão para estudos futuros é o detalhamento técnico necessário para aplicação da norma e sugestões de revisões. No entanto, pode-se considerar a normatização de desempenho como um grande passo para a promoção da qualidade em habitação nacional, tendo, pela primeira vez, estabelecido métodos para avaliar o desempenho de uma edificação de maneira estratificada (separação em sistemas, elementos e componentes), levando em conta diversas categorias de desempenho. Uma vez que a abordagem de desempenho fizer parte da cultura na engenharia do país é evidente a evolução que o setor irá adquirir.

Ainda é importante destacar a escassez de Instituições Técnicas Avaliadoras (ITA's) no país, quando relacionado à demanda sobre ensaios que a normatização de desempenho apresenta. Segundo Brasil (2015), existem dez ITA's distribuídas em apenas cinco estados. Na região Sul existem somente três, sendo uma muito recente, ainda em fase de estruturação. Cabe ressaltar que nenhuma destas três instituições possuem estrutura para realizar todos os ensaios requeridos na norma de desempenho. Desta forma, pode-se concluir que há necessidade do desenvolvimento de instituições técnicas no país para suprir uma futura necessidade de caracterização de sistemas construtivos e análises técnicas especializadas.

#### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho**. Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013a.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-2: Edificações habitacionais – Desempenho**. Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro, 2013b.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-3: Edificações habitacionais – Desempenho**. Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2013c.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-4: Edificações habitacionais – Desempenho**. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013d.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-5: Edificações habitacionais – Desempenho**. Parte 5: Requisitos para os sistemas de cobertura. Rio de Janeiro, 2013e.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-6: Edificações habitacionais – Desempenho**. Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2013f.

BORGES, C. A. M.; SABBATINI, F. H. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, BT/PCC/515. São Paulo: UPUSP, 2008.

BRANDT, E. (org.). **Prediction of service life of building materials and components**. CIB W080, Report Publication 96, 1986.

BRASIL. **Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SINAT: Instituições Técnicas Avaliadoras**. Ministério das Cidades. Brasília, 2015. Disponível em: <[http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos\\_sinat.php](http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_sinat.php)>. Acesso em: 03 mar. 2015.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais: Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. 2ª ed. Brasília: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

FOLIENSTE, G. et al. **Performance Based Building R&D roadmap**. Performance-based building innovation, 2005. Disponível em: <[http://www.pebbu.nl/resources/allreports/downloads/03\\_RTD.pdf](http://www.pebbu.nl/resources/allreports/downloads/03_RTD.pdf)>. Acesso em 06 de abril de 2013.

GIBSON, E. J.(coord.). **Working with the performance approach in building**. CIB State of the Art Report n. 64. Rotterdam: CIB W060, 1982.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social**. São Paulo: IPT, 1998, 84p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6240: Performance standards in buildings: contents and presentation**. London, 1980. 2p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6241: Performance standards in buildings: principles for their preparation**. London, 1984. 12p.

LORENZI, L. S. **Análise Crítica e Proposições de Avanço nas Metodologias de Ensaio Experimentais de Desempenho à Luz da ABNT NBR 15575 (2013) para Edificações Habitacionais de Interesse Social Térreas**. 2013. 222f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SEXTON, M.; BARRET, P. Performance-based building and innovation: balancing client and industry needs, **Building Research & Information**. v. 33, n. 2, p. 142-148, mar-apr. 2005.

SZIGETI, F.; DAVIS, G. Performance Based Building: Conceptual Framework. **Performance Based Building**, PeBBu, Rotterdam, out.2005. Disponível em: <[http://www.pebbu.nl/resources/allreports/downloads/04\\_framework\\_final.pdf](http://www.pebbu.nl/resources/allreports/downloads/04_framework_final.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2014.