



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

APLICABILIDADE DA NORMA *NBR 15.575/2008 EDIFÍCIOS HABITACIONAIS DE ATÉ CINCO PAVIMENTOS – DESEMPENHO:* ESTUDO DE CASO E ANÁLISE CRÍTICA

Rosana Elisa Mahl (1); Jairo José de Oliveira Andrade (2)

(1) Arquiteta e Urbanista, Especialista em Produção Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) – e-mail: rosanamahl@hotmail.com

(2) Professor e Pesquisador da Faculdade de Engenharia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) – e-mail: jairo.andrade@pucrs.br

RESUMO

Buscando um novo patamar de qualidade na Construção Civil, e suprimindo a necessidade de uma ferramenta que pudesse ser utilizada para medir o desempenho das edificações, entra em vigor em maio de 2010 a norma de desempenho para edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. A NBR 15.575 (ABNT, 2008) se divide em seis partes, estabelecendo em cada uma delas os requisitos e critérios de desempenho que devem ser avaliados para que a edificação e seus sistemas atendam às exigências dos usuários. Devido a esse novo contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a aplicabilidade do conjunto de normas de desempenho, com o propósito de verificar os desafios enfrentados na sua implementação. Em razão disso foi realizado um estudo de caso onde foram avaliados os requisitos e critérios, apresentados na NBR 15.575 (ABNT, 2008), verificando assim a aplicabilidade de certos métodos de avaliação descritos no conjunto de normas. Os resultados mostram que determinados critérios podem ser facilmente verificados em obra ou através da avaliação de projeto, enquanto outros necessitam de análises mais profundas ou ensaios realizados em laboratório. Sendo assim, existem muitos desafios para que as empresas construtoras consigam implantar a norma de desempenho de edificações, especialmente devido à falta de infraestrutura laboratorial adequada e a conscientização dos agentes intervenientes na cadeia produtiva da Construção Civil. No entanto, as empresas que conseguirem alcançar o atendimento dos requisitos terão um diferencial de competitividade para suas obras.

Palavras-chave: Desempenho de edificações; Exigências dos usuários; NBR 15.575/2008.

1 INTRODUÇÃO

O conjunto de normas NBR 15.575 Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho (ABNT, 2008), publicado em maio de 2008, entra em vigor em maio de 2010, e desperta o interesse das construtoras de todo o país. Isso porque obrigatoriamente mudará a forma de construir edificações habitacionais de até cinco pavimentos, além de influenciar no modo de construção e nos materiais utilizados nas edificações com mais de cinco pavimentos.

Os critérios de desempenho definem em termos quantitativos e qualitativos as condições que devem ser atendidas pelas edificações. A norma apresenta um novo método de análise do comportamento da edificação, avaliando-a como um todo, e não mais suas partes separadamente. Ao mesmo tempo, visa atender as necessidades dos usuários, tendo como foco o comportamento da edificação quando em uso, e não o seu modo construtivo, o que se mostra possível mediante a indicação de requisitos que se tornam base para que as exigências possam ser atendidas, levando em consideração um padrão pré-estabelecido.

A NBR 15.575 Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho (ABNT, 2008) está dividida até agora em seis partes, cada uma delas enfocando sistemas específicos da edificação. Além disso, o conjunto de normas aborda conceitos que, muitas vezes, são desconsiderados em normas prescritivas específicas, como a durabilidade dos sistemas, a manutenibilidade da edificação e o conforto tátil e antropodinâmico dos usuários. São complementares às normas prescritivas, sem nunca substituí-las. Por isso, a utilização simultânea se faz necessária para que as exigências dos usuários possam ser atendidas através de soluções adequadas, independente dos materiais ou sistemas construtivos utilizados (NBR 15.575-1, ABNT, 2008).

Em razão da dificuldade percebida nas empresas e pelos profissionais do ramo da construção civil em entender a norma de desempenho e a sua abrangência, e buscando respostas para estes questionamentos, o presente trabalho busca analisar cada uma das seis partes da norma, além de verificar a aplicabilidade dos métodos de avaliação, através do estudo de caso.

1.1 O conjunto de Normas 15.575/2008

O conceito de desempenho no Brasil começou a ser realmente trabalhado na década de 80, através de estudos desenvolvidos pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) junto ao BNH (Banco Nacional da Habitação), possibilitando a publicação da primeira versão dos critérios de desempenho em 1981. Já em 2000, a Caixa Econômica Federal, financiou o projeto de criação do Sistema de Avaliação de Sistemas Construtivos Inovadores Baseado no Conceito de Desempenho, adotando como documento norteador a norma ISO 6241 (1984), o que resultou na publicação do conjunto de normas NBR 15.575 (ABNT, 2008) em 12 de maio de 2008 (BORGES, 2008).

A NBR 15.575 Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho (ABNT, 2008) está dividida em seis partes, enfocando sistemas específicos da edificação:

- Parte 1: Requisitos gerais;
- Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;
- Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos internos;
- Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas;
- Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas;
- Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

As primeiras seis partes da NBR 15.575 (ABNT, 2008) entram em vigor dois anos depois de sua publicação, no dia 12 de maio de 2010, porém somente serão obrigatórias para edificações protocoladas na prefeitura seis meses após essa data.

Para a criação da NBR 15.575 (ABNT, 2008), foram consideradas as exigências do usuário referentes à segurança, à habitabilidade e à sustentabilidade. Cada uma dessas exigências foi subdividida e para cada um dos itens foram estabelecidos requisitos que necessitam ser atendidos segundo critérios específicos e verificados aplicando os métodos de avaliação previstos.

A primeira parte do conjunto de normas aborda itens gerais e é mais conceitual, tratando dos objetivos,

premissas e conceitos gerais sobre desempenho. Além disso, define os requisitos gerais que se aplicam aos outros sistemas, devendo ser utilizada em conjunto com as outras partes. As demais normas são mais técnicas, e abordam os requisitos específicos para cada sistema (BORGES, 2008).

A NBR 15.575-1 (ABNT, 2008) apresenta definições conceituais importantes, como vida útil, durabilidade, prazo de garantia, manutenibilidade e desempenho, deixando claro que estes itens dependem da manutenção feita conforme predefinida em projeto.

Define também as exigências dos usuários e em razão disso divide os níveis de desempenho em Mínimo, Intermediário e Superior, avaliando o desempenho dos sistemas da edificação, através da análise das exigências do usuário. Apresenta a vida útil de projeto (VUP) mínima e superior, e os prazos de garantia mínimos para os sistemas das edificações. Além disso, faz referência as normas prescritivas necessárias a sua aplicação, totalizando em conjunto, mais de 200 normas.

As partes 2 a 6 da norma de desempenho devem ser utilizadas sempre em conjunto com a primeira parte. Estas normas se complementam de forma a resolver dúvidas, tanto de profissionais quanto de usuários sobre os requisitos que devem ser atendidos pelos projetistas e construtores e que devem ser cobrados pelos usuários.

Entretanto, assim como as edificações sustentáveis, que recebem um selo de certificação LEED¹ ainda não está claro como será a comprovação do atendimento às normas perante o usuário, pois não existe ainda um órgão para verificar e certificar o atendimento do desempenho.

1.2 Exigências dos usuários

Cada usuário tem sua própria percepção em relação a um mesmo aspecto em uma edificação, fazendo com que a definição do desempenho ideal se torne uma tarefa complexa. Isto porque o caráter qualitativo das exigências dos usuários as torna de difícil mensuração.

Segundo SILVA (material não publicado)², estas exigências definem as condições que devem ser atendidas pela edificação, independente de sua localização. Do mesmo modo, os requisitos de desempenho definem as condições que devem ser atendidas pela edificação numa situação geográfica específica e de acordo com decisões especificadas de cada projeto.

Na prática, o conjunto de normas estabelece os requisitos mínimos de desempenho tanto para os sistemas inovadores quanto para a construção tradicional, abaixo dos quais as edificações não apresentam condições adequadas para uso. Assim, são estabelecidos parâmetros para que o mercado tenha condições competitivas mais equilibradas, possibilitando alcançar patamares mais elevados de desempenho como diferenciação para a edificação, permitido a maior valorização do empreendimento em função do seu nível de desempenho (material não publicado)².

1.3 Requisitos e critérios de desempenho

Para deixar claro o desempenho desejado em uma edificação são utilizados requisitos, critérios e métodos de avaliação. A NBR 15.575-1 (ABNT, 2008, p. 5) define requisitos de desempenho como “condições que expressam qualitativamente os atributos que o edifício habitacional e seus sistemas devem possuir, a fim de que possam satisfazer as exigências do usuário”. A mesma norma define também os critérios de desempenho como “especificações quantitativas dos requisitos de desempenho expressos em termos de quantidade mensuráveis, a fim de que possam ser objetivamente determinados”.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é verificar a aplicabilidade do conjunto de normas NBR 15.575 (ABNT, 2008), através de um estudo de caso.

¹ *Leadership in Energy and Environmental Design*: Certificação para edifícios sustentáveis, concebida e concedida pela U.S. Green Building Council.

² Material Disponibilizado no Curso Metodologia e Normas de Desempenho, ministrado pela Eng. Maria Angélica Covelo Silva. Porto Alegre, 29 de janeiro de 2009.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 Descrição da obra

A edificação utilizada como modelo para o estudo de caso é caracterizada pelo uso comercial e residencial, com área total de 2.206,58 m². Possui seis pavimentos, incluindo o pavimento de cobertura, totalizando quatro lojas e 16 apartamentos. Cada pavimento tipo possui dois apartamentos de três dormitórios com áreas equivalentes a 85,80 m² e 90,88 m² e outros dois apartamentos de dois dormitórios, com áreas de 75,18 m² e 77,72 m². Na Figura 1 é apresentada a planta baixa do pavimento tipo da edificação.

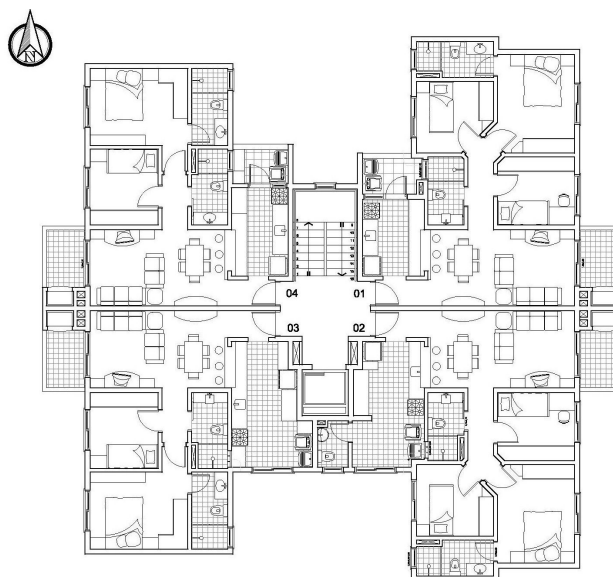


Figura 1 - Planta baixa do pavimento tipo

Na execução da edificação foi utilizada a estrutura mista, tradicional em prédios habitacionais de poucos pavimentos. No primeiro pavimento foram lançados pilares e vigas, devido a uso comercial, e nos pavimentos residenciais foi empregada a alvenaria estrutural fazendo uso de tijolos maciços e revestimento em argamassa.

3.2 Aplicação e avaliação dos critérios de desempenho

Neste estudo de caso são realizadas análises referentes às exigências dos usuários contidas em cada uma das seis normas de desempenho. Para isso, foram verificados todos os métodos de avaliação e selecionados aqueles de possível realização durante o estudo.

Cada uma das normas NBR 15.575 (ABNT, 2008) segue a mesma seqüência de exigências. Estas *exigências dos usuários* são utilizadas como referência para o estabelecimento de um ou mais *requisitos*, que necessitam ser atendidos segundo *critérios* específicos e devem ser verificados aplicando os *métodos de avaliação* previstos para cada item.

No Quadro 1 pode ser observada a porcentagem de critérios avaliados, adotando como modelo a edificação citada anteriormente. Os critérios avaliados podem ser verificados na íntegra no trabalho de Mahl (2009).

Os requisitos e critérios avaliados e aqui relacionados foram escolhidos entre os itens mencionados no Quadro 1, por apresentar maior relevância e merecer maior atenção por parte das construtoras, visto que possivelmente serão percebidos mais facilmente pelo usuário.

Deste modo, serão exemplificados os métodos de avaliação e os resultados alcançados de três itens da NBR 15.575-1 que apresenta alguns dos itens mais significativos.

| Exigências dos usuários X NBR 15.575 | | Exigências do usuário conforme a NBR 15.575 | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|---------------------------------------|--|---------------------------|
| | | 7 Desempenho Estrutural | 8 Segurança contra incêndio | 9 Segurança no Uso e Operação | 10 Estanqueidade | 11 Desempenho térmico | 12 Desempenho Acústico | 13 Desempenho Luminoso | 14 Durabilidade e Manutenibilidade | 15 Saúde, higiene e qualidade do ar | 16 Funcionalidade e acessibilidade | 17 Conforto tátil e antropodinâmico | 18 Adequação ambiental |
| PARTE | 1 Requisitos Gerais | | 80% | 50% | | 50% | 25% | 50% | 100% | | 100% | | |
| | 2 Estrutura | | | | | | | | | | | | |
| | 3 Pisos internos | | | 100% | 100% | | | | 25% | | 100% | | |
| | 4 Fachada e paredes internas | | | | | | 50% | | | | | | |
| | 5 Cobertura | | | | | | | | | | | | |
| | 6 Sistema hidrossanitário | 80% | 50% | 50% | | | 50% | | 40% | 70% | 60% | | 100% |
| LEGENDA | | | Verificado - 100% | | | | | | Verificado - 25 a 40% | | | | |
| | | | Verificado - 60 a 80% | | | | | | Não se aplica / considerado em outra norma | | | | |
| | | | Verificado até 50% | | | | | | Não realizado | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Quadro 1 - Porcentagem de ensaios realizados (adaptado de SILVA)

Além disso, no item 3.4 serão esclarecidos os motivos pelos quais muitos critérios de desempenho não puderam ser avaliados, incluindo sugestões e dificuldades encontradas para a realização desses ensaios.

3.3 Critérios de desempenho avaliados – NBR 15.575-1/2008

3.3.1 Desempenho térmico

Para a verificação do desempenho térmico neste trabalho, foi realizada a medição no local, utilizando um termômetro de globo digital, levando em consideração 30,2°C como o dia típico de verão, conforme o Anexo A da NBR 15575-1 (ABNT, 2008). A exigência mínima descrita na norma para o desempenho da edificação no verão é da temperatura do ar no interior dos recintos de permanência prolongada ser menor ou igual ao valor máximo diário de temperatura do ar exterior.

A primeira avaliação foi realizada no dia 28 de agosto de 2009, no período da tarde, quando a temperatura à sombra era de 26,3°C. A segunda avaliação foi realizada no dia 21 de outubro de 2009, no período da tarde, quando a temperatura à sombra era de 23,8°C. Conforme exige a norma, as condições de temperatura externa alcançaram temperaturas próximas as descritas anteriormente por no mínimo dois dias consecutivos anteriores as medições.

Para a verificação foi escolhido o apartamento onde ocorre a pior situação, ou seja, do 5º pavimento que possui como cobertura o terraço do 6º pavimento e paredes voltadas para norte e oeste.

A medição realizada no dormitório de casal, cujo ambiente tem paredes voltadas para oeste e norte, teve temperaturas mais altas. Já nas medições realizadas na sala de estar/jantar e no segundo dormitório, que possuem aberturas voltadas para oeste, obtiveram como resultado temperaturas ligeiramente menores, como pode ser observado na Tabela 1:

Tabela 1 - Resultado das medições de temperatura.

| Local da medição | 1ª medição - 31 agosto | 2ª medição -21 outubro |
|------------------|------------------------|------------------------|
| Externa | 26.3 °C | 23.9 °C |
| Estar/Jantar | 24.4 °C | 23.0 °C |
| Dormitório | 24.6 °C | 23.5 °C |
| Dormitório Casal | 24.8 °C | 23.8 °C |

Cabe salientar que, nas datas das análises, os vidros das aberturas dos ambientes onde foram realizadas as medições ainda não haviam sido instalados, possuindo somente as persianas como barreira para a entrada de calor.

Fazendo uma análise segundo os níveis de desempenho, que podem ser verificados no Quadro 2,

conclui-se que as medições ficaram dentro do mínimo aceitável, pois na primeira medição a temperatura ficou aproximadamente 2°C mais baixa que a temperatura à sombra, alcançando o nível de desempenho intermediário.

| Nível de desempenho | Critérios |
|---------------------|--|
| Mínimo (M) | $T_{i,max} \leq T_{e,max}$ |
| Intermediário (I) | $T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 2\text{ }^{\circ}\text{C})$ |
| Superior (S) | $T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 4\text{ }^{\circ}\text{C})$ |

Quadro 2 - Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão

Fonte: NBR 15575-1 (ABNT, 2008, p. 49)

Durante a segunda medição, foi constatado que a edificação ainda se encontra dentro no nível mínimo de conforto, pois a temperatura interna se igualou a temperatura externa.

A medição feita *in loco* é excelente para a verificação do real desempenho térmico, porém quando o mínimo estabelecido não é atendido, tem a desvantagem de ter difícil correção. Isso porque exige, já em fase final de execução, a adição de itens à edificação que produzam um efeito de diminuição da temperatura interna e conseqüente o aumento do custo. Portanto, a utilização de outros métodos citados na NBR 15.575-1 (2008), anteriores à construção da edificação, possibilitam o planejamento durante a fase de projeto e facilitam o atendimento do item (através da colocação de vidros duplos, brises, elementos de sombreamento em fachadas, recuos).

3.3.2 Desempenho acústico

Este item compreende o critério *isolação acústica de vedações externas*, e tem o método de avaliação citado nas normas NBR 10151 (ABNT, 2000) e NBR 10152 (ABNT, 1987). Conforme estas normas os níveis aceitáveis de ruído para dormitórios estão entre 35 e 45 dB(A) e para salas de estar entre 40 e 50 dB(A).

As avaliações foram realizadas nos dias 28 de agosto e 21 de outubro de 2009, no período da tarde. As medições foram executadas com o auxílio de um decibelímetro digital em um dormitório e na sala de estar/jantar do apartamento situado no 2º pavimento e voltado para a via pública, onde havia maior incidência de ruído. Durante a realização do ensaio foram observadas as distâncias mínimas de 1,0 m das paredes, 1,2 m acima do piso, e a 1,5 m de janelas e mantidos fechados os vidros e a persiana.

O nível de ruído teve grande oscilação durante a medição. Entre os resultados encontrados foi obtido mínimo de 39 dB(A) e durante a passagem de veículos o nível de ruído chegou a 63 dB(A).

O resultado das medições podem ser observadas no Tabela 2, onde estão descritos também os níveis máximos aceitáveis e os níveis de conforto exigidos pela norma.

Tabela 2 - Resultado das medições de ruído e comparativo com a norma

| Local | 1ª medição - 31 agosto | | 2ª medição - 21 outubro | | Máximo descrito na Norma | |
|---------------------|------------------------|----------|-------------------------|----------|--------------------------|-----------|
| | Em média | Máximo | Em média | Máximo | Conforto | Aceitável |
| Dormitório | 50 dB(A) | 63 dB(A) | 40 dB(A) | 54 dB(A) | 35 dB(A) | 45 dB(A) |
| Estar/jantar | 53 dB(A) | 64 dB(A) | 48 dB(A) | 61 dB(A) | 40 dB(A) | 50 dB(A) |

Verificou-se que, conforme os resultados apresentados na Tabela 2, o nível de ruído tanto na sala de estar, quanto no quarto tiveram resultado próximo ou acima do nível aceitável para aqueles ambientes.

3.3.3 Desempenho lumínico

Para a verificação do desempenho lumínico pode ser utilizada a avaliação através da análise de projeto ou por inspeção em protótipo, considerando o nível de iluminamento mínimo de 60 lux, conforme consta na norma desempenho.

Neste trabalho optou-se em realizar a avaliação no local, pelo fato da obra já estar em fase final, o que possibilita conferir o nível de iluminação natural real da edificação. As medições foram realizadas a 75 cm do piso, com a ajuda do luxímetro digital.

As medições foram realizadas nos dias 31 de agosto e 21 de outubro de 2009, durante a tarde, no apartamento localizado no 2º pavimento, voltado para orientação leste e sul, considerado com o menor

nível de iluminamento no horário da realização do ensaio. As medições foram realizadas em todas as dependências do apartamento, com exceção dos banheiros.

Os resultados das duas medições realizadas estão agrupadas na Tabela 3, e podem ser comparadas com o nível mínimo de iluminamento natural exigido pela norma.

Tabela 3 - Resultado das medições e comparativo com a norma

| Local - Orientação solar | 1ª medição - 31 agosto | 2ª medição - 21 outubro | Mínimo exigido - Norma |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| Estar/Jantar - Leste | 42 lux | 28 lux | 60 lux |
| Cozinha - Sul | 55 lux | 53 lux | 60 lux |
| Dormitório Casal - Leste | 63 lux | 99 lux | 60 lux |
| Dormitório 01 - Oeste | 53 lux | 62 lux | 60 lux |
| Dormitório 02 - Leste | 65 lux | 120 lux | 60 lux |

Foi verificado que nas duas medições a sala de estar/jantar e a cozinha não alcançaram os níveis mínimos de iluminamento prescritos pela norma. Igualmente o dormitório 01 ficou abaixo, porém próximo ao nível mínimo na primeira medição e acima do exigido pela norma na segunda medição.

A diferença no nível de iluminação natural da sala de estar possivelmente ocorreu pelo fato da medição ser realizada no ponto central do ambiente, e este possuir maior extensão, além de ser provido de sacada, o que obstrui parcialmente a entrada na luz.

3.4 Critérios de desempenho não avaliados

Finalizando a análise das exigências dos usuários, estão agrupados no Quadro 3 os critérios das seis partes da norma de desempenho que não tiveram verificações realizadas e relacionados os motivos que levaram a falta dessa avaliação.

| MOTIVO DA NÃO REALIZAÇÃO DO ENSAIO | QUANTIDADE |
|--|------------|
| Dificuldade na realização do ensaio ou análise | 42 |
| Necessidade de utilização de muitas normas | 20 |
| Dificuldade ao acesso as normas | 19 |
| Avaliação muito ampla | 08 |
| Fornecedor deve realizar o ensaio | 05 |
| Avaliação muito ampla e Necessidade de utilização de muitas normas | 04 |
| Não se aplica | 02 |

Quadro 3 - Motivo e quantidade de ensaios não realizados

Analisando o Quadro 3, observa-se que em grande parte dos critérios, a dificuldade esteve no acesso às normas nacionais e internacionais e na necessidade de utilização de muitas normas para a realização dos ensaios, abrangendo também a falta de projetos ou de informações necessárias para a verificação do atendimento aos requisitos. Como exemplo pode ser citado o critério de durabilidade de edificações, descrito na primeira parte da norma, onde é sugerido um método de avaliação segundo diversas normas nacionais (NBR) e internacionais (por exemplo as normas ASTM e ISO).

Outra dificuldade encontrada é a necessidade da avaliação de um grande número de componentes. Este item pode ser exemplificado pelo requisito referente à *utilização segura das peças e componentes hidrossanitários* que integra a sexta parte da norma. Tem como critérios a prevenção de acidentes e a resistência mecânica de peças e aparelhos sanitários e cita mais de 40 normas específicas para a avaliação desses dois itens. Deste modo, a quantidade de normas e a especificidade de cada uma delas sugere que estas avaliações sejam feitas pelos fabricantes e fornecidos à construtora, uma vez que os fornecedores são responsáveis pela qualidade e o atendimento as normas referentes aos seus produtos. Fazendo uma breve análise nesse sentido, segundo a NBR 15.575 (ABNT, 2008) as construtoras deverão responder pelos materiais utilizados em suas obras e darão início a uma busca por materiais procedentes de fabricantes em conformidade com as normas, forçando assim a adaptação destes fabricantes às exigências feitas pelas construtoras

A terceira razão pela qual não foram realizados alguns testes foi a dificuldade de análise e realização de ensaios. Como exemplo podem ser citados itens referentes à estrutura, uma vez que seus métodos de verificação exigem uma análise de projeto muito ampla, realizada segundo as diversas normas brasileiras específicas da área. Entende-se que o projeto deve ser analisado por outro profissional que,

para atender aos critérios, deve fazer a verificação de todo o cálculo estrutural da edificação. Neste caso, pode ser sugerida que a verificação dos cálculos estruturais seja contratada juntamente ao serviço do profissional calculista que, nesse caso, teria a oportunidade de manter uma parceria com outro profissional, para que a verificação possa ser realizada antes mesmo entrega do projeto ao executor.

Para ilustrar o quarto item, dificuldade na realização dos ensaios, podem ser citados testes que devem ser feitos em laboratório, requerem corpos de prova, utilizam métodos de ensaios complicados e/ou possuem alto custo. No Quadro 4 estão listados os valores estimados para realização de ensaios para a aprovação de um sistema construtivo em paredes de concreto leve.

| ENSAIO | ESTIMATIVA |
|--|----------------------|
| Desempenho térmico | R\$ 1.500,00 |
| Desempenho acústico | R\$ 3.000,00 |
| Estanqueidade à água | R\$ 3.000,00 |
| Impactos de corpo mole e corpo duro | R\$ 2.000,00 |
| Ensaio de resistência de painéis e corpos de prova | R\$ 1.500,00 |
| Vistoria e análise do protótipo | R\$ 2.000,00 |
| Avaliação do sistema e complementos | R\$ 5.000,00 |
| Estimativa global | R\$ 18.000,00 |

Quadro 4: Valores estimados para a realização de ensaios de desempenho

Fonte: Universidade Federal de Santa Maria

O gasto com os ensaios descritos, dissolvidos no custo global da edificação pode não significar um aumento perceptível no valor final para o usuário, porém trata-se somente dos valores referente a um único sistema da edificação, aumentando significativamente quando somado ao custo das análises de outros sistemas.

Por fim, o último fator citado, falta de critérios claros, foi percebido mais claramente no item adequação ambiental, que descreve de maneira geral cuidados que devem ser adotados para minimizar o impacto que a cadeia produtiva da construção civil pode causar no meio ambiente. Não possui critérios ou método de avaliação, e está dividido em quatro itens que citam medidas importantes para minimizar as alterações no ambiente.

4 RESULTADOS E CONCLUSÕES

O resultado da negligência referente às questões práticas de desempenho e manutenção das edificações levou os profissionais a repensar suas posições em relação ao assunto, dando a ele a importância necessária. Assim, somente em 2000 com a criação do Sistema de Avaliação de Sistemas Construtivos Inovadores Baseado no Conceito de Desempenho financiado pela Caixa Econômica Federal, e posteriormente em 2004 quando foi dado início à elaboração das normas de desempenho, que o tema começou realmente a ser analisado.

Contudo, a Norma de Desempenho, criada para dar diretrizes que procuram levar ao alcance desses objetivos, apresenta de forma vaga algumas idéias e gera dúvidas quanto à sua utilização, como o custo e o esforço que será demandado dos profissionais e empresas, para que realmente consigam se adaptar a essa nova forma de construir.

Sendo assim, o presente trabalho buscou verificar a aplicabilidade do conjunto de normas de desempenho através das análises dos critérios existentes, aplicando a estes os métodos de avaliações de possível realização durante o estudo de caso. Os resultados das verificações não foram em sua maioria satisfatórios, porém, as conclusões que se pode chegar com as análises, tanto dos itens avaliados quanto dos não avaliados é muito relevante, demonstrando principalmente as dificuldades na aplicação da NBR 15.575 (ABNT, 2008).

Como exemplo de resultados de alguns itens avaliados, pode-se citar os aspectos que são facilmente percebidos pelo usuário e merecem maior atenção. O primeiro deles, relativo ao conforto térmico, teve o resultado das medições de temperatura de acordo com o mínimo descrito pela norma, atendendo assim as exigências do usuário no verão. Por outro lado, o desempenho acústico requerido não foi atendido, visto que o ruído em todas as medições esteve acima do nível de conforto e em grande parte

delas também acima do nível aceitável. Já o ensaio de desempenho lumínico, obteve resultados em determinados locais que atingiram níveis acima da média prevista em norma, enquanto em outros, ficaram abaixo do nível mínimo exigido.

As dificuldades encontradas para a aplicação da norma de desempenho incluem a realização de ensaios, tanto no local, quanto em laboratórios, a necessidade de acesso a grande quantidade de normas nacionais e internacionais e a amplitude de algumas avaliações, incluindo a essas dificuldades o ensaio de itens que podem ser realizados pelos fornecedores.

No conjunto de normas que compõem a NBR 15.575 (ABNT, 2008), são apresentados métodos de avaliação recomendados para que cada requisito tenha como ser testado. Porém, na grande maioria dos casos, dentro do próprio método de avaliação está indicada uma norma já existente como padrão a ser adotado. Nas ocasiões que a NBR 15.575 (ABNT, 2008) propõe o tipo de avaliação, o agravante muitas vezes é que este método é de complicada execução, ou de execução obrigatoriamente realizada em laboratório.

Ainda dentro desse assunto, a indicação da utilização de inúmeras normas, incluindo as de uso internacional, torna a NBR 15.575 (ABNT, 2008) de forma positiva, muito ampla e completa; todavia, dificulta o acesso às informações necessárias para a verificação do atendimento aos requisitos. O fato da informação não estar condensada em um único documento dificulta o processo de análise e a compreensão dos métodos de avaliação, fazendo com que a verificação de um item possa ser concluída somente após o profissional ter acesso a todos estes documentos. Ainda existem os casos onde, mesmo depois do acesso às mais de 200 normas citadas, somente é mencionado que a avaliação deve ser realizada de acordo com as normas pertinentes àquele assunto, sem especificar quais seriam estas normas. Nesse caso, a responsabilidade incide totalmente sobre o profissional.

Por outro lado, a simples citação dessas normas pré-existentes relembra a importância da sua utilização, uma vez que estavam esquecidas, desacreditadas, ou não eram conhecidas pelos projetistas e/ou construtores. Sabendo, portanto, da indispensável necessidade das normas citadas, não se justificaria a criação de outro método semelhante àquele encontrado nessas normas.

Para a criação da NBR 15.575 (ABNT, 2008), foram consideradas as exigências do usuário referentes à segurança, à habitabilidade e à sustentabilidade. Cada uma dessas exigências foi subdividida e para cada um dos itens foram estabelecidos requisitos que necessitam ser atendidos segundo critérios específicos e verificados aplicando os métodos de avaliação previstos.

As exigências em relação à segurança foram descritos na norma nos itens segurança estrutural, segurança contra incêndio e segurança no uso e operação. Fazendo uma análise do item desempenho estrutural, deve-se levar em consideração que o projeto estrutural é feito por um profissional habilitado, com conhecimento e com fácil acesso às diversas normas relativas ao seu trabalho. Neste item, para atender a Norma de Desempenho, pode-se propor que seja exigido desse profissional um projeto que atenda os critérios estabelecidos, além da verificação do atendimento dos requisitos em todos os subsistemas de sua responsabilidade que não forem possíveis de serem verificados em obra. Outra sugestão seria a criação de uma comissão de avaliação do sistema estrutural adotado em cada edificação, junto ao órgão municipal de aprovação de projetos arquitetônicos de cada cidade.

Em relação à segurança contra incêndio, ocorre o mesmo caso. O profissional responsável pelo projeto deve seguir as normas, fazendo as verificações que dependem de análise de projeto, além de indicar de forma clara os materiais e soluções que devem ser utilizados. Uma das dificuldades nesse item é a utilização de várias normas para os ensaios dos subsistemas e materiais utilizados na edificação. Por isso, para a verificação da possibilidade de executar o ensaio de forma simples em obra, é preciso antes de tudo ter acesso às normas.

A segurança no uso e operação inclui itens como atendimento de normas, cálculos de estrutura de cobertura, análise de projeto, comprovação de testes pelos fornecedores de materiais e a maneira correta de utilização. Nesse item existem muitos requisitos que podem ser verificados com uma simples análise de projeto, ou mesmo uma inspeção ao local, e nada mais são que itens que já vem sendo executados de maneira correta pela maior parte dos profissionais, atendendo assim o nível de segurança necessário para que o usuário não tenha problemas futuros.

Quanto a habitabilidade, as exigências dos usuários incluem a estanqueidade, o desempenho térmico, acústico e lumínico, além de fatores como saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade e conforto tátil e antropodinâmico. Analisando as exigências citadas, pode-se verificar que estão relacionadas com um custo inicial mais alto, porém proporcionando um custo de uso e manutenção reduzido, uma vez que com um bom desempenho térmico e lumínico, diminui o gasto com a eletricidade durante toda a vida útil da habitação.

Outro ponto importante a partir da criação dessa norma será a exigência aos fornecedores por parte das construtoras da comprovação da qualidade de seu produto. Isto porque as construtoras deverão responder pelo material utilizado em suas obras, iniciando assim uma busca por materiais procedentes de fabricantes em conformidade com as normas e forçando a adaptação destes fabricantes às exigências feitas pelas construtoras. Isto tudo dará início um efeito em cadeia, tornando a concorrência entre empresas facilitada pela semelhança de qualidade que seus produtos deverão ter para se tornarem competitivos no mercado da construção civil.

Fechando os itens referentes às exigências dos usuários está a sustentabilidade incluindo os itens referentes a durabilidade, a manutenibilidade e ao impacto ambiental da edificação. Assim como nos itens anteriores, a exigência de sustentabilidade inclui ações de maior custo inicial, porém de mais fácil manutenção e menor custo durante a vida útil. Além disso, promove a diminuição do impacto ambiental tanto durante a execução da edificação, quanto na utilização da habitação.

A norma de desempenho, concebida para a obrigatória utilização na concepção de edificações de até cinco pavimentos, tem como público alvo empresas construtoras que atendam às construções financiadas através da Caixa Econômica Federal. Porém, essa tipologia de construção na sua maioria é realizada por empresas menores, que possuem menos acesso a tecnologias mais avançadas em função do custo, além de possuir menor margem de lucro em benefício da população de baixa renda. Consequentemente, essa população não está preparada para arcar com o custo da tecnologia que deve ser implementada a edificação, ou dos testes de desempenho necessários para atender a NBR 15.575 (ABNT, 2008). Trata-se de um desafio as empresas construtoras, atender a norma sem acrescer em demasia o custo as suas edificações.

Um dos grandes benefícios que a norma apresenta para o usuário e para as empresas que já buscam trabalhar dentro dos padrões das normas e de qualidade, será o natural nivelamento que deverá ocorrer assim que o comprometimento com os requisitos se tornar indispensável para a construção de uma edificação. Para estas empresas não haverá aumento significativo nos custos, já que a norma não exige que todos os testes sejam realizados, e sim, que o desempenho em relação aos sistemas seja cumprido. Porém, deve-se lembrar o usuário em sua grande maioria desconhece as normas ou não tem acesso a informação necessária para verificar o atendimento aos requisitos da Norma de Desempenho. Também, será importante a utilização da avaliação pós-ocupação como uma das ferramentas de verificação do atendimento aos requisitos de desempenho na prática.

Ao mesmo tempo, norma de desempenho dará ao projetista as diretrizes do que deve ser projetado e o que se espera de resultado final. Será obrigatoriamente incorporado ao projeto maior número de informações, detalhes e especificações, possibilitando a classificação em um dos três níveis de desempenho. Porém, deve ser ressaltado que a construtora precisa dar subsídios ao projetista, para que este possa conceber uma edificação que atenda a NBR 15.575 (ABNT, 2008). Para que isto se concretize não deverá ser cobrado somente do projetista, mas também da empresa executora, para que esta esteja comprometida com a causa. Isso porque, sabe-se que para baixar custos, muitas vezes as empresas deixam a qualidade de lado em busca do menor custo, negando recursos para a realização de avaliações previstas em norma.

Apesar disso, a implantação da norma de desempenho poderá aumentar a inovação tecnológica por parte dos construtores, fornecedores e projetistas, além das chances de competitividade de empresas que trabalham em busca da qualidade. Incentivará a busca por soluções inovadoras e a utilização de materiais de melhor qualidade, tanto pelas empresas da construção civil, como pelos seus fornecedores, que precisarão deste padrão para se tornar competitivos e atenderem as novas necessidades.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

_____. **NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico.** Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

_____. **NBR 15575-1: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

_____. **NBR 15575-2: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

_____. **NBR 15575-3: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos internos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

_____. **NBR 15575-4: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas.** Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

_____. **NBR 15575-5: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas.** Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

_____. **NBR 15575-6: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.** Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil.** 2008. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

FRANCO, Luiz Sérgio. **Aplicação de Diretrizes de Racionalização para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada.** 1992. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MILLS, Edward. **Building Maintenance e Preservation: A guide to design and management.** 2. ed. Oxford: Architectural Press, 1984.

MAHL, Rosana Elisa. **Aplicabilidade da Norma NBR 15.575/2008 Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho: estudo de caso e análise crítica.** 2009. Trabalho de Conclusão (Especialização em Produção Civil) – Faculdade de Engenharia. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.