

Orestes M. Gonçalves é engenheiro civil (1974), mestre (1979), doutor (1986) e livre docente (1997) pela Universidade Federal de São Paulo (USP). Diretor da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) no período de 1994 a 1998 e atualmente membro de Comissão. De 1995 a 2001, foi membro do Conselho de Administração da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo. É assessor de direção da FAPESP. Professor associado da USP desde 1975 e no período de 1989 a 1990 foi chefe do Departamento de Construção Civil. Atua na área de Instalações Prediais.
E-mail: orestes@tesis.com.br

Vanderley M. John é engenheiro civil pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, UNISINOS (1982), mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS (1987), doutor em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo, USP (1995). Fez pós-doutorado (2001) no Royal Institute of Technology, KTH, Suécia. Atualmente é professor da Escola Politécnica da USP, onde coordena o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento em Construção Civil. Foi professor na UNISINOS e pesquisador na Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS e Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A - IPT. Foi diretor da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC.
E-mail: vanderley.john@poli.usp.br

Flávio Augusto Picchi é engenheiro civil pela Universidade de São Paulo, USP (1979), mestre e doutor em Engenharia Civil pela USP (1984 e 1993). Fez pós-doutorado no Massachusetts Institute of Technology, MIT, Estados Unidos (2002). Foi pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT. Atuou nas áreas de Projeto e Gestão da Qualidade na Engenharia Comércio e Indústria - ENCOL, Lean Institute Brasil - LIB e Picchi Consultoria S C Ltda - PICCHICONSULT. Foi professor da Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR e atualmente atua na Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. É consultor *ad-hoc* da FAPESP.
E-mail: piccon@xpnnet.com.br

Neide M. N. Sato é física pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo, USP (1975), mestre e doutora em Engenharia Civil pela USP (1983 e 1998). Atualmente é pós-doutoranda da Escola Politécnica da USP. Atuou como pesquisadora no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A - IPT. É professora da POLI/USP.
E-mail: neide.sato@poli.usp.br

3.

Normas técnicas para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitações

Orestes M. Gonçalves, Vanderley M. John, Flávio Augusto Picchi
e Neide M. N. Sato

1 Estado da arte

A partir da década de 70, com a necessidade de suprir o déficit habitacional brasileiro, observou-se o surgimento de novos sistemas construtivos como alternativas aos produtos e processos tradicionais até então utilizados, visando principalmente à racionalização e industrialização da construção.

Ao mesmo tempo em que surgiam propostas de soluções inovadoras, revelou-se a necessidade de avaliá-las tecnicamente, com base em critérios que permitissem prever o comportamento do edifício durante sua vida útil esperada. A escassez de referências técnicas para esse tipo de avaliação restringiu a utilização dos novos sistemas na escala prevista. Por outro lado, a implementação de tecnologias ainda não suficientemente desenvolvidas ou adaptadas às necessidades nacionais levou, na maioria dos casos, a experiências desastrosas, com graves prejuízos para todos os agentes intervenientes no processo de construção, sendo transferidos aos usuários os problemas de patologia e os altos custos de manutenção e reposição advindos do uso de novos produtos, sem avaliação prévia.

Um grande prejuízo recaiu também sobre o setor da Construção Civil em seu conjunto, uma vez que, a partir de cada uma das experiências negativas, ele também tornou-se menos receptivo a inovações tecnológicas, com progressiva desatualização tecnológica em relação aos demais setores produtivos.

Na tentativa de equacionar o problema da falta de normalização técnica brasileira e reconhecendo-se a necessidade de novas soluções tecnológicas que permitissem a construção de edifícios em larga escala, o Banco Nacional da Habitação (BNH), no final de sua existência, investiu em pesquisas visando à elaboração de critérios para avaliar sistemas construtivos inovadores (IPT, 1981).

Na época, as normas técnicas disponíveis no Brasil e os códigos de obra eram na sua quase totalidade prescritivos, voltados para a especificação de componentes cujo comportamento era bem conhecido ou para a especificação de detalhes construtivos com a utilização desses produtos, não contendo especificações relacionadas aos limites mínimos de qualidade que pudessem servir de referência na avaliação do desempenho de novos produtos (SOUZA, 1983).

O documento elaborado pelo IPT para o BNH foi um dos primeiros no Brasil a se basear no conceito de desempenho para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitação.

Internacionalmente, esse conceito já vinha sendo utilizado há mais tempo, mas o seu uso de forma mais sistematizada começou nos anos 60 e 70, conforme descrição detalhada das instituições que atuam na área e de trabalhos publicados, feita por Mitidieri em sua tese de doutorado (MITIDIERI, 1998). Das instituições citadas, pode-se destacar a Réunion Internationale de Laboratoires d'Essais et de Recherches sur les Matériaux et Constructions (RILEM), a American Society for Testing and Materials (ASTM) e o International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), que promoveram eventos técnicos para apresentação e discussão de trabalhos sobre a aplicação do conceito de desempenho em edifícios (RILEM, ASTM, CIB, 1972; 1982) e a International Organization for Standardization (ISO), que se integrou ao grupo anterior para a organização do terceiro simpósio sobre o mesmo assunto (CIB, ASTM, ISO, RILEM, 1996). Deve-se destacar ainda a importância da ISO na publicação de normas que consolidam o conceito de desempenho (ISO 6240:1980, ISO 6241:1984, ISO 7162:1992), as quais se constituem em referências importantes no assunto. As quatro instituições mencionadas mantêm grupos permanentes preocupados com a questão do desempenho de edifícios, valendo ressaltar que o CIB definiu como uma de suas prioridades para o triênio 1998-2001 o desenvolvimento de um amplo programa de trabalho voltado ao tema “Desempenho de Edifícios” (CIB, 1998).

A palavra “desempenho” é definida como o comportamento em uso do produto, caracterizando-se o fato de que este deve apresentar certas propriedades para cumprir a função proposta quando sujeito a determinadas influências ou ações durante a sua vida útil. Essas ações que atuam sobre o edifício são chamadas condições de exposição.

Assim, avaliar o desempenho de um produto implica definir qualitativa e/ou quantitativamente quais as condições que devem ser satisfeitas por ele quando submetido às condições normais de uso e quais os métodos para avaliar se as condições estabelecidas foram atendidas.

Os requisitos, critérios e métodos de avaliação de desempenho inicialmente formulados pelo IPT (IPT, 1981) foram revisados (IPT, 1997), e outros trabalhos (ITQC et al., 1999; CAIXA, 2000) também foram desenvolvidos para fornecer meios objetivos para que os agentes promotores da habitação e, principalmente, a CAIXA (Caixa Econômica Federal), sucessora do BNH na gestão dos investimentos sociais em habitação, pudessem avaliar as inovações tecnológicas, aprovando ou não os sistemas construtivos para financiamento. Dada a existência dessas diversas referências desenvolvidas, a CAIXA e o meio técnico identificaram a necessidade de harmonizá-las, transformando-as em normas técnicas que fortaleceriam ainda mais o processo de avaliação. Para elaborar essas normas, a CAIXA, com apoio da FINEP, financiou o projeto de pesquisa Normas Técnicas para Avaliação de Sistemas Construtivos Inovadores para Habitações.

A coordenação do projeto ficou a cargo do Comitê Brasileiro da Construção Civil da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com a participação de especialistas de diversas áreas de conhecimento contratados para elaborar os textos-base e coordenar e apoiar a comissão de estudos durante o processo de discussão pública e análise de votos.

2 Objetivo

O projeto foi elaborado com o objetivo de desenvolver um conjunto de normas técnicas brasileiras – normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para avaliação de edifícios habitacionais, utilizando como princípio fundamental o conceito de desempenho.

3 Metodologia

As etapas a seguir foram estabelecidas para o desenvolvimento do projeto.

3.1 Revisão bibliográfica

Consulta a normas (ISO 6240:1980, ISO 6241:1984, ISO 7162:1992, ABCB-1996, ASTM E 1557-97) e documentos técnicos relativos à avaliação do desempenho de edificações (RILEM, ASTM, CIB, 1972; 1982; CIB, ASTM, ISO, RILEM, 1996; IPT,1981; IPT, 1997; ITQC et al., 1999; CAIXA, 2000).

3.2 Estruturação de conjunto de normas brasileiras para avaliação de desempenho

Elaboração de uma estrutura de normas brasileiras para avaliação do desempenho de edifícios, abrangendo não somente edificações habitacionais, mas também a elaboração futura de normas para outras classes de edifícios, como as escolares, industriais, etc.

3.3 Proposta de textos-base de norma

Elaboração por consultores de reconhecido domínio sobre o tema de textos-base de norma contendo o conjunto de requisitos de desempenho aplicáveis à habitação. Apresentação dos textos-base como referência inicial para discussão pública e estabelecimento de norma técnica votada e aprovada pela comunidade técnica nacional.

3.4 Constituição da comissão de estudos

46 Constituição de Comissão de Estudos na ABNT, bem como de grupos de trabalho específicos a cada texto-base, para coordenar a discussão da comunidade técnica nacional e obter consenso passível de publicação e registro no INMETRO como norma técnica nacional.

3.5 Divulgação do projeto

Divulgação do projeto para a comunidade técnica nacional motivando-a a participar das discussões e do processo de votação da norma.

4 Principais resultados da pesquisa

4.1 Estruturação de Conjunto de Normas Brasileiras para Avaliação de Desempenho

A partir da revisão bibliográfica, foi proposta a estrutura das normas, levando-se em conta as seguintes questões:

- a existência de distintas classes de edifícios, com diferentes solicitações, como, por exemplo, os edifícios residenciais, industriais, etc.;
- as exigências dos usuários a serem consideradas nas normas;
- a possibilidade de se avaliar o sistema construtivo completo e também de se poder identificar facilmente o conjunto de requisitos para os seus subsistemas;
- a compatibilidade com normas já existentes e a desenvolver, para avaliação do desempenho de componentes; e
- a compatibilidade com todo o sistema normativo existente (métodos de cálculo, métodos de ensaio, etc.).

4.1.1 Classes de edifícios

Tomando-se como referência classes adotadas em códigos de obras municipais e documentos técnicos (ISO 6241:1984, ABCB-1996), propôs-se a seguinte classificação dos edifícios de acordo com a utilização a que se destinam:

Classe 1 – Edifícios habitacionais

- 1a – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos
- 1b – Edifícios habitacionais com mais de cinco pavimentos

Classe 2 – Edifícios de escritório

Classe 3 – Edifícios institucionais. Exemplos: hospitais, escolas, teatros, cinemas, salas de conferências, bibliotecas, igrejas, museus, etc.

Classe 4 – Edifícios industriais e outros

O projeto abrangeu somente a Classe 1a – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos.

4.1.2 Exigências dos usuários e elementos da edificação

A partir da lista de exigências do usuário apresentadas na norma ISO 6241:1984 e em publicação mais recente (CIB, 1998), definiram-se as 14 exigências dos usuários a serem consideradas nos textos normativos:

- a) Segurança
 - 1. Desempenho estrutural
 - 2. Segurança contra incêndio
 - 3. Segurança no uso e operação
- b) Habitabilidade
 - 4. Estanqueidade
 - 5. Conforto térmico
 - 6. Conforto acústico
 - 7. Conforto lumínico
 - 8. Saúde e higiene
 - 9. Funcionalidade e acessibilidade
 - 10. Conforto tátil
 - 11. Qualidade do ar
- c) Sustentabilidade
 - 12. Durabilidade
 - 13. Manutenibilidade
 - 14. Adequação ambiental

4.1.3 Elementos ou subsistemas da edificação

Tomando-se como base os mesmos documentos citados em 4.1.2, propôs-se a divisão do edifício nos seguintes elementos ou subsistemas:

- Fundação
- Estrutura
- Pisos internos
- Fachada e paredes internas
- Cobertura
- Sistemas hidrossanitários
- Sistemas de condicionamento ambiental
- Sistemas de gás combustível
- Sistemas de telecomunicação
- Sistemas elétricos
- Sistemas de elevação e transporte
- Sistemas de proteção contra incêndios
- Sistemas de segurança e automação predial

4.1.4 Estrutura proposta para o conjunto de normas

O conjunto normativo proposto para avaliação do desempenho de edifícios é composto de normas específicas para cada uma das classes de edifícios. A norma para avaliação do desempenho de uma classe de edifício, por sua vez, é constituída de diversas partes, cada uma representando um elemento da edificação. Para cada elemento ou subsistema são identificadas as exigências dos usuários aplicáveis e estabelecidos os requisitos, critérios e métodos de avaliação específicos para o atendimento dessas exigências. Além disso, há uma parte que traz requisitos gerais, ou seja, que congrega exigências comuns a diferentes elementos da construção e que trata das diversas interações e interferências entre esses elementos, conforme ilustrado na Tabela 1.

Partes da norma	Exigência do usuário													
	1. Desempenho estrutural	2. Segurança contra incêndio	3. Segurança no uso e operação	4. Estanqueidade	5. Conforto térmico	6. Conforto acústico	7. Conforto lumínico	8. Saúde e higiene	9. Funcionalidade e acessibilidade	10. Conforto tátil	11. Qualidade do ar	12. Durabilidade	13. Manutenibilidade	14. Adequação ambiental
Parte 1 - Requisitos gerais														
Parte 2 - Estrutura														
Parte 3 - Pisos internos														
Parte 4 - Fachada e paredes internas														
Parte 5 - Cobertura														
Parte 6 - Sistemas hidrossanitários														
Parte 7 - Fundações														
Parte 8 - Sistemas de condicionamento ambiental														
Parte 2 - Fundações														
Parte 9 - Sistemas de gás combustível														
Parte 10 - Sistemas de telecomunicação														
Parte 11 - Sistemas elétricos														
Parte 12 - Sistemas de elevação e transporte														
Parte 13 - Sistemas de proteção contra incêndios														
Parte 14 - Sistemas de segurança e automação predial														

Tabela 1 – Estrutura de uma norma para avaliação do desempenho de uma classe de edifício

A estrutura prevê, ainda, a adoção imediata de normas brasileiras já existentes para avaliação de componentes dos subsistemas, como, por exemplo, portas, janelas, etc., bem como de métodos de ensaio e de cálculo.

Um esquema do conjunto normativo que inclui as diversas classes de edifícios está ilustrado na Figura 1.

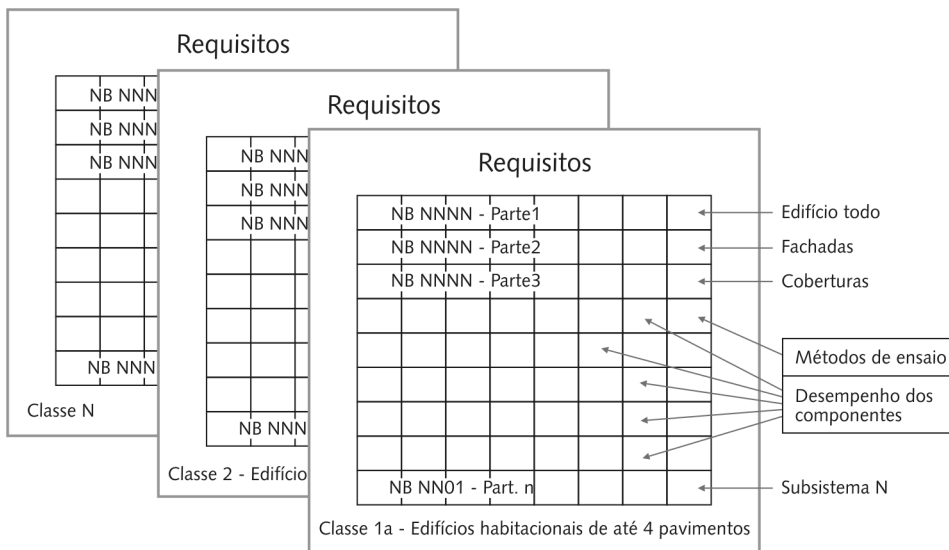


Figura 1 – Estrutura do conjunto de normas para avaliação de desempenho

4.2 Elaboração de textos-base de norma

Os textos-base foram elaborados em duas etapas.

4.2.1 Redação de requisitos, critérios e métodos de avaliação

Para cada exigência do usuário, foram contratados dois consultores, provenientes de instituições diferentes, com reconhecido conhecimento e acúmulo de experiência na área, encarregados de redigir os requisitos, critérios e métodos de avaliação aplicáveis a cada um dos elementos da edificação. Assim, por exemplo, dois especialistas elaboraram em consenso os requisitos, critérios e métodos de avaliação de estanqueidade aplicáveis à estrutura, fachadas, paredes internas, coberturas e outros elementos da edificação. As outras exigências foram estabelecidas de forma similar para todos os elementos da edificação que foram objeto do projeto, observando-se que, em alguns casos, houve a participação de um mesmo especialista em mais de uma área de conhecimento.

4.2.2 Redação dos textos-base para cada elemento

Os textos-base por elemento foram elaborados reunindo-se todas as exigências e respectivos requisitos, critérios e métodos de avaliação aplicáveis. Os consultores que participaram dessa fase do projeto foram encarregados de coordenar os grupos de trabalho da comissão de estudos da ABNT.

4.3 Instalação de comissão de estudos

Instalou-se uma comissão de estudos e grupos de trabalho para coordenar a discussão dos seguintes textos-base de norma:

- Projeto 02:136.01.001 - Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – Parte 1: Requisitos gerais
- Projeto 02:136.01.002 – Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – Parte 2: Estrutura
- Projeto 02:136.01.003 – Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – Parte 3: Pisos internos
- Projeto 02:136.01.004 – Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – Parte 4: Fachadas e paredes internas
- Projeto 02:136.01.005 – Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – Parte 5: Coberturas
- Projeto 02:136.01.006 – Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – Parte 6: Sistemas hidrossanitários.

Para possibilitar o envolvimento de um maior número de interessados e intervenientes no processo de produção e uso da habitação, além do processo de discussão tradicional com a realização de reuniões públicas, implementou-se um sistema de discussão dos textos-base via internet.

Referências bibliográficas

AUSTRALIAN BUILDING CODES BOARD, 1996, Australia. **Building Code of Australia**, v. 1 e v. 2. Australia, 1996.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Manual de avaliação de produtos inovadores**. São Paulo, 2000.

CIB, RILEM, ASTM, ISO. INTERNATIONAL SYMPOSIUM APPLICATIONS OF THE PERFORMANCE CONCEPT IN BUILDING, 3., 1986, Haifa. **Proceedings...** Haifa, 1996. 2 v.

CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT, 1998, Australia. **Development of the CIB proactive program on performance based building codes and standards**. BCE Doc 98/232. Australia, Nov. 1998.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social**. São Paulo, 1997.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Formulação de critérios para avaliação de desempenho de habitações. Relatório técnico n. 16.277**. São Paulo, 1981.

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

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Performance standards in buildings: principles for their preparation and factors to be considered**, ISO 6241. London, 1984.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Performance standards in buildings: contents and format of standards for evaluation of performance**, ISO 7162. London, 1992.

ITQC, Ministério do Orçamento e Gestão, Caixa Econômica Federal. **Processo de aceitação técnica de inovações tecnológicas**: manual do proponente. São Paulo, 1999.

MITIDIARI, C. V. **Avaliação de desempenho de componentes e elementos construtivos inovadores destinados a habitações**: proposições específicas à avaliação do desempenho estrutural. 1998. 218 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

RILEM, ASTM, CIB. PERFORMANCE CONCEPT IN BUILDINGS. ADVANCES IN THE DEVELOPMENT OF THE CONCEPT AND ITS APPLICATION IN REHABILITATION, 1982, Portugal. **Proceedings...** Portugal: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1982.

RILEM, ASTM, CIB. PERFORMANCE CONCEPT IN BUILDINGS, 1972. **Proceedings...** NBS Special Publication 362, 1972.

SOUZA, R. **A contribuição do conceito de desempenho para a avaliação do edifício e suas partes**: aplicação às janelas de uso habitacional. 1983. 218 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.