AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DE PORTAS DE MADEIRA

BARREIROS, Thiago Salaberga (1); MITIDIERI FILHO, Cláudio Vicente (2)

(1) Centro Tecnológico do Ambiente Construído do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT, thiagob@ipt.br;

(2) Centro Tecnológico do Ambiente Construído e Programa de Mestrado Profissional em Habitação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT, claumit@ipt.br

Resumo: *Este artigo aborda a avaliação do requisito de durabilidade de portas de madeira para edificações, de acordo com a norma NBR 15930 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018), considerando aspectos relacionados à fadiga e à movimentação higrotérmica dos diferentes tipos de madeira usados em conjunto na porta. A avaliação da fadiga, por ciclos de abertura e fechamento, foi introduzida recentemente na norma, em sua última revisão, no sentido de complementar as avaliações já previstas anteriormente e possibilitar a avaliação por desempenho do produto, considerando o comportamento conjunto em uso de todos os componentes da porta em escala real, quais sejam, a folha, o marco, as dobradiças e suas fixações, a fechadura, as gaxetas ou amortecedores, as vedações e eventuais outros componentes. Aspectos relacionados à biodeterioração da madeira serão tratados de forma muito sintética, mesmo porque ainda não constituem-se em requisitos para avaliação das portas de madeira, a menos da classificação de defeitos.*

Palavras-chave: *Porta de madeira, Durabilidade, Desempenho, Avaliação.*

Área do Conhecimento: *Engenharia Civil – materiais e componentes de construção - Tecnologia de componentes para construção*

1 INTRODUÇÃO

As normas brasileiras tendem a exigir o desempenho dos produtos ao invés de especificações ou determinações apenas prescritivas. A norma de portas de madeira já foi concebida dessa forma, desde a década de 80, porém alguns componentes da porta ainda são especificados na norma vigente, NBR 15930 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018), de forma prescritiva, como: dobradiças, parafusos e fechaduras. De forma a avaliar o comportamento conjunto de todos os componentes da porta, do ponto de vista do seu uso e funcionamento ao longo do tempo, foi introduzido o ensaio de durabilidade da porta de madeira em relação à fadiga. Este ensaio submete o corpo de prova a ciclos de abertura e fechamento, considerando seu uso, e são verificados os esforços de manuseio, que, juntamente com os ensaios mecânicos já existentes na norma, podem avaliar de forma completa a porta e permitir que a avaliação do produto seja feita por desempenho. Obviamente, poderão ser introduzidos outros requisitos especiais, como isolação a ruídos aéreos, resistência ao fogo, resistência ao arrombamento, dentre outros, que serão tratados na parte 3 da norma técnica, em estágio de desenvolvimento.

Este artigo em especial tem como objetivo abordar o ensaio de ciclos de abertura e fechamento de portas de madeira, que, com sua inclusão na norma NBR 15930 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018), complementa uma gama de solicitações que a porta é submetida durante seu uso, fazendo com que todas as solicitações a que a porta é submetida sejam simuladas em laboratório, avaliando-se a porta por completo e seu funcionamento ao longo do tempo, à luz do conceito de desempenho, considerando também os esforços de manuseio. Este ensaio permite avaliar o uso da porta como um todo e verificar a interdependência de todos seus componentes, ou seja, como uma peça depende da característica da outra, à medida que os componentes são solicitados em conjunto e avaliados em escala real (folha, marco, dobradiças e suas fixações, fechadura, gaxetas ou amortecedores, vedações etc.), nas condições normais de uso, ao longo da vida útil de projeto, dando maior segurança e respaldo ao fabricante e aos usuários.

2 AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DE PORTAS DE MADEIRA

A norma de portas de madeira, NBR 15930 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS,

2018), aborda a durabilidade da porta com dois enfoques: comportamento a variações de umidade e temperatura, que geram tensões internas na madeira, e fadiga (durabilidade dinâmica), quando submetida a ciclos de abertura e fechamento.

O comportamento em relação às tensões internas causadas por movimentações relativas a variações de umidade, dada à combinação de materiais com diversas características ortotrópicas, com comportamentos distintos do ponto de vista da resistência mecânica, da expansão e da contração nos sentidos paralelos, radiais ou tangenciais às fibras já é verificado no requisito de variação dimensional, desvios de forma e de planicidade dos componentes (Miranda, 2007), considerando-se acondicionamentos em distintas condições: uma condição de verificação após acondicionamento de sete dias a 23°C e 50% de umidade relativa (UR) e outra posterior, com acondicionado por sete dias (quando o corpo de prova não tem acabamento) ou por vinte e um dias (quando o corpo de prova contém acabamento) a 23°C e 85% de UR. Este ensaio coloca a porta em situações cotidianas de temperatura e umidade e provoca tensões internas, particularmente por efeito de variação de umidade, que causam variações dimensionais e de forma do produto, para as quais são estabelecidos limites na norma técnica.

A durabilidade relacionada à fadiga, considerando o uso normal da porta ao longo do tempo, não fazia parte dos requisitos de avaliação, sendo incorporada na última versão da norma, publicada em 2018. Este novo requisito vem complementar a avaliação da porta, pois são avaliados os componentes da porta conjuntamente, do ponto de vista do funcionamento ao longo do tempo, considerando as interfaces da folha e do marco com as dobradiças, as fixações, a fechadura, a fita intumescente e as borrachas de amortecimento, sob ação de ciclos repetidos de abertura e fechamento da porta.

O ensaio de ciclos de abertura e fechamento adotado na norma brasileira é baseado na quantidade de ciclos indicada na norma UNE EN 12400 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 2002), o método de ensaio é realizado conforme a UNE EN 1191 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 2013) e os critérios de classificação dos esforços de manuseio têm como referência a UNE EN 12217 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 2015).

Desta forma, foram adotadas cinco classes de tráfego referentes ao uso potencial da porta: tráfego moderado, prevendo-se a realização de 20.000 ciclos de abertura e fechamento; tráfego regular, com 50.000 ciclos; tráfego intenso, com 100.000 ciclos; tráfego severo, com 200.000 ciclos; e tráfego extremo, com 500.000 ciclos. O fato de a porta ser classificada como resistente à umidade (RU) ou não, não interfere na classificação do tráfego. As especificações da porta em relação ao tráfego são definidas de acordo com as seguintes situações:

- Tráfego moderado - adotado como mínimo para a porta interna de madeira (PIM), com uso previsto em edificações com ocupações residenciais privadas;
- Tráfego regular - adotado como mínimo para a porta de entrada de madeira (PEM) e para a porta externa de madeira (PXM), com uso previsto em edificações com ocupações residenciais privadas. Nessa condição de tráfego regular, o nível de desempenho da porta tipo PIM é considerado como intermediário, prevendo-se o seu emprego em edificações com ocupações corporativas e hoteleiras;
- Tráfego intenso - adotado como nível de desempenho intermediário para a porta de entrada e para a porta externa, com uso previsto para edificações com ocupações corporativas e hoteleiras, de uso coletivo. No caso da porta interna, o tráfego intenso é considerado como nível de desempenho superior, prevendo-se o uso em edificações com ocupações públicas, tais como hospitalar, instituições educacionais e de esporte;
- Tráfego severo - adotado como nível de desempenho superior para a porta de entrada e para a porta externa, com utilizações previstas em edificações com ocupações públicas, tais como hospitalar, instituições educacionais e de esporte; e
- Tráfego extremo – semelhante ao tráfego severo, porém adotada tal condição de uso quando se pretende ter uma vida útil maior ou quando se presume que a manutenção será precária ou não será executada conforme prevista pelo fabricante.

Essa classificação foi baseada em premissas de uso, considerando a quantidade prevista de vezes que a porta será acionada ao longo de sua vida útil de projeto, a periodicidade prevista de inspeção do funcionamento da porta e a realização de serviços previstos de manutenção (manutenibilidade), preventiva

e corretiva. Por exemplo, uma porta interna de banheiro de uma edificação com ocupação de residência privativa será poucas vezes utilizada ao longo do tempo; além disso, adotou-se como premissa que as pessoas que utilizam o imóvel preocupam-se diretamente com o bom funcionamento da porta e, caso haja alguma anormalidade, não demoram muito a consertar e têm o poder de decisão para fazê-lo, assim, impedem que pequenas anormalidades se tornem grandes patologias. Nessa condição, pode ser prevista a classe de tráfego moderado. Já uma porta interna empregada em um banheiro de uma estação rodoviária, por exemplo, tem uso intenso, com dezenas de pessoas acionando-a por dia, muitas vezes sem a preocupação com seu bom funcionamento. Em geral não comunicam os responsáveis pela zeladoria e também não se preocupam em conservar de forma adequada ou a manutenção é realizada de forma tardia, a menos que exista uma equipe especializada dedicada à zeladoria. Desta forma, tomou-se como prerrogativa que a porta tivesse uma vida útil de projeto maior, tal qual a classe de tráfego intenso.

No ensaio de durabilidade em laboratório, são realizadas medições da força necessária para abrir e fechar a folha de porta, segurando-a pela maçaneta, da força necessária para abrir o trinco da fechadura, utilizando a maçaneta, e da força necessária para trancar e destrancar a porta com a lingueta, utilizando a chave, antes, durante e após os ciclos de abertura e fechamento. Os critérios de classificação adotados tomaram como referência a norma UNI EN 12217 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 2015). Sendo assim, é possível uma comparação direta entre os resultados dos produtos brasileiros com os europeus; considerou-se também o fato de os produtores brasileiros fornecerem produtos também para o mercado europeu, além do mercado interno.

A durabilidade da fechadura, especificamente, não é contemplada na norma NBR 15930 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018), pois já é considerada na norma NBR 14913 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011), que prevê requisitos relativos à resistência à corrosão e aos ciclos de abertura e fechamento (tráfego). Já a norma técnica para dobradiças, NBR 7178 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), como é para dobradiças de uso geral, não especificamente para portas, contempla o ensaio de durabilidade com 3 dobradiças fixadas em um corpo de prova de 25 cm de largura x 52,5 cm de altura e força aplicada de até 350 N. Uma folha de porta de madeira costuma ter 80 cm de largura x 210 cm de altura, fixada com 3, 4 ou 5 dobradiças e uma força devida à massa da folha de até 900 N. Com isso, os esforços solicitantes nas dobradiças são diferentes dos esforços da norma de dobradiça e, por isso, precisam de um ensaio mais específico, que forneça resultados mais diretos ao uso que está se propondo.

Há também a questão da durabilidade da porta de madeira em relação à sua capacidade de resistir aos agentes biodegeneradores. Não há critérios específicos na norma NBR 15930 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018), porém há critérios previstos na norma NBR 16143 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) associados à forma de tratamento da madeira para cada condição de uso. No caso da porta de madeira, como não é considerado um componente estrutural e é um produto que pode ser considerado de fácil substituição, poder-se-ia fazer uma associação à norma técnica para madeira de uso geral, que prevê o tratamento superficial ou sem pressão, com apenas inseticida, para uso interno não sujeito à umidade; já para as portas internas e de entrada sujeitas à ação da umidade, poder-se-ia fazer uma associação a componentes que podem receber o tratamento superficial ou sem pressão com inseticida e fungicida. O caso que merece maior atenção é o de uso externo da madeira, sujeita a intempéries, com a recomendação de tratamento sob pressão, para que a penetração seja mais profunda, com inseticida e fungicida.

Como a porta de madeira, de forma geral, emprega painéis transformados de madeira (MDF, HDF, MDP, etc.) na capa, em estruturas do quadro da folha e também no marco, e o material particulado normalmente utilizado contém produto inseticida, fungicida e repelente à umidade no adesivo (MELO, 2013), há uma resistência inerente aos agentes degenerativos no produto. Além disso, muitas vezes a porta é entregue com pintura ou com verniz, não é exposta diretamente a agentes degenerativos e é prevista uma vida útil de projeto baixa,variando entre 8 e 13 anos (ABIMCI, 2018) dependendo do produto. Por estes motivos, este requisito de resistência aos agentes biodegeneradores não é exigido na norma de portas de madeira. Porém, está em estudo na parte 3 da norma, em processo de elaboração, a complementação com requisitos de desempenho adicionais a serem adotados para portas especiais, tais como resistência ao fogo, isolação acústica, portas para portadores de necessidades especiais, etc.. Nesse sentido, poder-se-ia adotar também como requisito adicional a resistência a agentes biodegeneradores para portas que ficarão expostas a ambientes com presença de organismos xilófagos e incidência direta de intempéries, como radiação solar direta, chuva e vento.

3 ENSAIO DE DURABILIDADE (CICLOS DE ABERTURA E FECHAMENTO)

O ensaio de durabilidade por fadiga proposto recentemente na norma compreende a realização manual de 5 ciclos completos de abertura e fechamento da porta, para saber se o corpo de prova está apto a iniciar o ensaio. Após essa verificação, iniciam-se as medições do afastamento entre a folha e o marco e entre a folha e a soleira. São realizadas as medições das forças de abertura e fechamento da folha, da chave e de abertura da maçaneta antes e a cada 25% dos ciclos estabelecidos; os ciclos, a cada etapa, iniciam-se com a porta fechada apenas com o trinco, ou seja, destrancada, sem o uso da lingueta. O trinco é recolhido somente por meio da maçaneta, a folha da porta é aberta a 90° e depois fechada com esforço na maçaneta. Ao fechar a porta, ou seja, no travamento do trinco, não é acionada a maçaneta.

Após as medições dos esforços, a cada 25% dos ciclos concluídos, devem-se realizar as manutenções previstas no manual de uso, operação e manutenção do produto, como, por exemplo, lubrificações das dobradiças, trinco e lingueta.

Os esforços de manuseio devem ser classificados de acordo com a tabela 1:

Quadro 1 – Classe de desempenho da porta por esforços de manuseios aplicados

Requisitos	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Força de abertura e fechamento da folha (N)	75	50	25	10
Ação aplicada na maçaneta (N·m)	10	5	2,5	1
Ação aplicada na chave (N·m)	5	2,5	1,5	1

Fonte: NBR 15930:2018

O ensaio é realizado com um equipamento que possibilite a movimentação normal da folha de porta e a fixação da porta, instalada com todos seus componentes, bem como a realização dos esforços previstos. No Laboratório de Componentes e Sistemas Construtivos, LCSC, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo foi desenvolvido o equipamento mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Equipamento para realização de ensaios de ciclos de abertura e fechamento instalado no LCSC, IPT



4 RESULTADOS E ANÁLISES

Apenas a título ilustrativo, de forma a verificar a adequabilidade do ensaio de ciclos de abertura e fechamento e medição dos esforços de manuseio, foram analisados resultados de 21 produtos contemplados no âmbito do Programa de Certificação de Conformidade de portas de madeira (PSQ PME). Os esforços verificados na chave foram sempre menores do que os previstos para a classe 4, classe essa que prevê o menor valor de esforço. Com relação aos esforços aplicados na maçaneta, mais de 90% das portas foram classificadas como classe 3 e 5% como classe 2. Os resultados obtidos para os esforços de abertura e fechamento da folha, em mais de 95% dos produtos, enquadram-se na classe 4. Os resultados mostram que as portas de madeira fabricadas no país por fabricantes que participam do Programa de Certificação atendem em grande parte aos critérios mais rigorosos previstos na ABNT NBR 15930 e na norma europeia. As portas resistentes ao fogo foram as que apresentaram maiores valores nos esforços de abertura e fechamento da folha, em razão da necessidade de ser uma porta com maior massa e de manter a estanqueidade ao fogo, com alta pressão de fechamento da folha. As portas isolantes acústicas também apresentaram valores mais altos nesse requisito, porém, próximos às das portas internas e de entrada. Não foi observado, para os produtos ensaiados, aumento significativo de valores de nenhum dos esforços de manuseio com o aumento da quantidade de ciclos.

Na análise das medições de afastamento entre folha e marco e entre folha e soleira foram observados efeitos de translações e rotações, que provocaram folgas entre componentes, porém dentro de valores aceitáveis. Por exemplo, em nenhum caso a folha da porta abaixou suficientemente para começar a raspar na soleira; o valor máximo encontrado foi de 0,9 mm, para uma folga definida inicialmente na norma de 7,0mm.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que para as portas de madeira internas, de entrada e externas abrigadas, que são ambientes pouco biodegeneradores, a avaliação de durabilidade exposta na norma 15930 está coerente, pois há material preservante de madeira nos seus componentes, porém, para portas externas expostas à intemperies, há necessidade de fazer um complemento com relação à durabilidade aos agentes biodegeneradores.

É possível concluir também que o ensaio de durabilidade relacionado à fadiga, ciclos de abertura e fechamento, mostrou-se adequado à avaliação do comportamento do produto ao longo do tempo, sujeito a esforços normais de uso, complementando a análise de desempenho com a realização de outros ensaios previstos na ABNT NBR 15930.

Os resultados de durabilidade relacionados à fadiga mostraram que os produtos ensaiados estão projetados para resistir à vida útil de projeto, apresentando pequenas moficações que não afetam o uso do produto no dia a dia, desde que sejam realizadas as manutenções prescritas no manual de uso, manutenção e operação do usuário. Com isso, é possível verificar que as especificações da norma de portas de madeira com relação às ferragens estão adequadas e talvez um pouco conservadoras.

Os ensaios de durabilidade, fadiga e tensão interna, em conjunto com os outros ensaios da NBR 15930, ensaios mecânicos gerais e específicos, são capazes de simular o uso da porta de madeira em laboratório, tanto nos usos normais como anormais, de forma bastante abrangente, permitindo que sejam realizadas inovações no produto, como diminuir a quantidade de dobradiças ou muda-las de posição, mudar a quantidade de parafusos de fixação, aumentar ou diminuir a espessura da folha da porta etc., com bastante segurança antes de submetê-la ao consumidor final.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDUSTRIA DE MADEIRA MECÂNICAMENTE PROCESSADA (ABIMCI). **Guia orientativo de portas de madeira**. Curitiba, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16143:** Preservação de madeiras – sistemas de categorias de uso - Elaboração. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15930-2:** Portas de madeira para edificações - Requisitos. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7178:** Dobradiças de abas – Especificações e desempenho. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14913:** Fechadura de embutir – Requisitos, classificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2011.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 12400:** Windows and pedestrian doors - Mechanical durability - Requirements and classification. 2002.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 1191-4:** Windows and doors - Resistance to repeated opening and closing - Test method. 2013.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 12217:** Doors - Operating forces - Requirements and classification. 2015.

MELO, R.R **ESTABILIDADE DIMENSIONAL DE COMPOSTOS DE MADEIRA**. Ciência da Madeira (Braz. J. Wood Sci.), Pelotas, v. 04, n. 02, p. 152-175, Novembro de 2013.

MIRANDA, F.B **CRITÉRIOS DE DESEMPENHO PARA PORTAS DE MADEIRA DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS**. 188f. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de Sã Paulo. Área de concentração: Tecnologia em Construção de Edifícios, 2007.