

# Considerações sobre cargas de vento adequadas ao contexto brasileiro no ensaio de estanqueidade à água de esquadrias

*Considerations relating to wind loads adequate to the Brazilian context in the facade and window water testing*

Thiago Salaberga Barreiros<sup>a\*</sup>, Maria Akutsu<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., Laboratório de Componentes e Sistemas Construtivos. São Paulo-SP, Brasil.

<sup>b</sup> Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade dos Edifícios. São Paulo-SP, Brasil.

\*E-mail: thiagob@ipt.br

**Palavras-chave:**  
esquadria; estanqueidade à água; pressão de vento; desempenho e vida útil de projeto.

**Keywords:**  
*façade; window; watertightness; wind pressure; performance and design life.*

## Resumo

Este artigo apresenta sugestões para discussão visando mudança no método de ensaio e nos critérios de avaliação e classificação das esquadrias de fachadas, portas e janelas no Brasil, com relação ao requisito de estanqueidade à água, da norma NBR 10821 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 2017a), adequando-a às reais solicitações de uso, considerando como referências as normas NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a), NBR 6123 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1988) e UNI EN 12208 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 2001). Dessa forma, são indicados valores de pressões de ensaio em média 60 Pa superiores às prescritas na norma NBR 10821 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017a), porém com maior detalhamento, considerando principalmente a região onde se insere a edificação, a vida útil de projeto (VUP) e a altura de utilização do produto. Da mesma forma, são apresentados valores de pressão de ensaio que ultrapassam em mais de duas vezes o valor apresentado na norma atual e outros que ficam abaixo. Propõe-se também mudança no critério de avaliação do produto e de classificação de desempenho em "Mínimo", "Intermediário" e "Superior", correlacionando-a a VUP do produto. Isso pode contribuir para uma identificação mais clara entre os diversos produtos com desempenhos diferentes que são oferecidos no mercado, pois pelo critério da norma vigente, o resultado de ensaio de uma esquadria de boa qualidade é igual ao de uma esquadria de excelente qualidade, colocando um teto de desempenho que não estimula a realização de produtos melhores e diferenciados.

## Abstract

*This article presents suggestions for a discussion about the change in the test method and the criterion for the evaluation and classification of facades, doors and windows in Brazil, in relation to the water tightness requirement of ABNT NBR 10821 (2017) to the actual requests for use, considering as references the standards ABNT NBR 15575 (2013), ABNT NBR 6123 (1988) and UNI EN 12208 (2001). In this way, test pressure values average 60 Pa, higher than those prescribed in ABNT NBR 10821 (2017), are indicated but with greater detail, considering mainly the region where the building is inserted, the project lifetime and the height of use of the product. In the same way, test pressure values are presented which exceed by more than twice and values below the value presented in the current standard. It is also proposed to change the criterion of product evaluation and performance classification in "Minimum", "Intermediate" and "Superior", correlating it to the project lifetime of the product. This can contribute to a clearer identification between the different products with different performances that are offered in the market, because by the criterion of the current standard, the test result of a good quality window is equal to that of an excellent quality window, placing a performance threshold that does not stimulate the production of better and differentiated products.*

## 1 Introdução

No Brasil, as esquadrias de fachadas, portas e janelas são submetidas à avaliação de desempenho de acordo com a norma NBR 10821 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017a). Porém, um dos requisitos da avaliação - estanqueidade à água - deve ser avaliado também com base nas normas brasileiras NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b) e NBR 6123 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1988), que abordam respectivamente, o desempenho da edificação residencial, importante referência sobre Vida Útil de Projeto (VUP), e a força que o vento exerce em edificações, considerando a região do país, a altura de incidência, a rugosidade do terreno, a frequência de ocorrência do vento, entre outros fatores. Caso essas normas fossem adotadas adequadamente para estabelecer os parâmetros do ensaio de estanqueidade à água relacionando a VUP e a pressão do vento, as pressões de ensaio utilizadas seriam diferentes das adotadas atualmente, mais próximas ao uso a que são submetidas. Outras fontes de referência para a avaliação desse requisito em esquadrias externas podem ser as normas europeias, como a UNI EN 1027 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 2001) e a UNI EN 12208 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 2001), as quais prescrevem respectivamente, o método de ensaio e o critério de avaliação de portas e janelas para o ensaio de estanqueidade à água. Dentro deste contexto, este artigo apresenta sugestões para o dimensionamento das cargas de vento, correlacionando-o à VUP no método de ensaio, e os critérios de avaliação e classificação de estanqueidade à água de esquadrias, considerando um cenário mais adequado à realidade brasileira.

## 2 Análise comparativa das normas brasileiras e europeias

De acordo com a norma NBR 10821 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017b), a estanqueidade à água de uma esquadria deve ser avaliada, em resumo, da seguinte forma:

- realizar cinco ciclos de abertura, fechamento e travamento;
- aplicar três rajadas de acomodação com metade da pressão de ensaio, para que o perfil metálico se ajuste à gaxeta;
- aspergir água por 15 min sem pressão na câmara; e
- iniciar pressão incremental de 20 Pa em 20 Pa até 120 Pa e depois, de 30 Pa em 30 Pa até a pressão de 20 % da pressão de projeto, com cada patamar de pressão sendo mantido por 5 min (tolerância de 0 a 1 min).

Esta norma adota como critério de classificação o local por onde a água infiltra. Caso a água infiltre para o lado interno da esquadria em qualquer parte, o desempenho da esquadria é classificado como "Mínimo"; se a infiltração de água ocorrer apenas no perfil inferior, é classificado como "Intermediário"; se não houver infiltração de água em nenhum ponto, é classificado como "Superior". Em nenhum caso pode haver presença de água no peitoril ou na face interna da parede.

A norma europeia UNI EN 1027 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 2001), por sua vez, estabelece o seguinte procedimento de ensaio:

- abrir e fechar ao menos uma vez cada parte móvel;
- aplicar três rajadas de acomodação com 500 Pa ou pressão de projeto majorada em 10 %, o que for maior;
- aspergir água por 15 min sem pressão na câmara; e
- incrementos de pressão de 50 Pa em 50 Pa até 300 Pa e depois de 150 Pa em 150 Pa até a pressão determinada pelo fabricante, com cada patamar de pressão sendo mantido por 5 min.

O critério de classificação estabelecido na norma UNI EN 12208 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 2001) é o patamar da pressão máxima alcançado pelo período de 5 min que antecede a infiltração. A infiltração é caracterizada como a entrada de água através da esquadria para o lado interno, sem a presença de um dreno que possa conduzir esta água para o lado externo. Com a presença de tal dreno, é caracterizada como infiltração se ocorre de forma repetitiva ou contínua.

Os dois métodos de ensaio são muito parecidos, com diferenças principais em três pontos:

- 1) na norma brasileira, as rajadas de acomodação adotadas apresentam valores proporcionais à pressão de projeto mais baixos, visto que consideram ventos de velocidades mais baixas e, conseqüentemente, mais frequentes, mais condizentes à realidade, pois nem sempre antes da chuva, o vento que incidirá sobre a esquadria será maior do que o vento da pressão de projeto. Aliás, em raríssimas exceções, pois a pressão de projeto já condiz com ventos que acontecem a cada 50 anos, e, com isso, a norma brasileira é mais rigorosa, pois essa pressão mais baixa pode não acomodar o perfil metálico na gaxeta, deixando vazios que permitam a infiltração de água;
- 2) os incrementos de pressão são menores na norma brasileira, assim, permite ter maior precisão da máxima pressão alcançada antes da infiltração de água; e
- 3) o ponto mais crítico e objeto de discussão deste artigo refere-se à pressão adotada no ensaio: na norma brasileira, é considerada como igual a 20 % da pressão de projeto; na norma europeia, o ensaio classifica o produto pelas pressões de ensaio limítrofe, pré-estabelecidas, antes da infiltração de água, independentemente do lugar no qual será inserido o produto. Além disso, quem deve fazer a avaliação de se aquele produto é adequado ou não para ser utilizado em determinada edificação é o especificador (projetista).

Essa pressão do ensaio de estanqueidade à água de 20 % da pressão de projeto considera que o decaimento é proporcionalmente linear em relação à carga de segurança estrutural, que é a média de uma rajada de 3 s que pode ser excedida, em média, uma vez a cada 50 anos. Porém, o regime de vento que é utilizado para se determinar o desempenho da esquadria em relação à estanqueidade à água, não é linearmente proporcional como estabelecido na norma NBR 10821. Por esta razão, foi elaborada a proposta a seguir.

### 3 Sugestões para alteração da norma NBR 10821

Tendo em vista que a esquadria externa, de acordo com a norma NBR 15575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a), deve ter uma VUP "Mínima" de 20 anos e assumindo para as faixas "Intermediária" e "Superior" os valores de 25 anos e 30 anos, respectivamente, é razoável considerar que uma janela nova ao ser ensaiada, deva ser estanque à água para chuvas com vento que acontecem com regime de 20 anos em 20 anos para produtos com desempenho "Mínimo", a cada 25 anos para produtos com desempenho "Intermediário" e a cada 30 anos para produtos com desempenho "Superior".

Para determinar a pressão do vento incidente que ocorre na edificação durante a VUP, na norma NBR 6123 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1988) são considerados alguns fatores como:  $V_0$  = velocidade básica do vento;  $S_1$  = fator topográfico;  $S_2$  = combinação dos efeitos de rugosidade do terreno, da variação de velocidade do vento com a altura acima do terreno e das dimensões da edificação;  $S_3$  = fator estatístico.

Para a elaboração de uma proposta para alteração da norma NBR 10821, alguns fatores foram considerados constantes e outros variáveis. Entre os fatores constantes, retirados da norma NBR 6123 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1988), estão: o fator topográfico para regiões planas ( $S_1 = 1,0$ ), que não estão em taludes, morros ou em vales; e o fator combinado para regiões de subúrbios densamente construídos de grandes cidades e áreas industriais plenas ou parcialmente desenvolvidas ( $S_2 =$  terreno de categoria IV). Os fatores variáveis foram considerados conforme as ponderações apresentadas a seguir:

- a) Tempo de rajada – Este tempo influencia diretamente o valor de  $S_2$ , uma vez que o seu valor é uma combinação entre a velocidade média do vento em um determinado tempo de rajada (quanto maior o tempo, menor a velocidade média) e a altura. Assim, para esta proposta, foram utilizados os tempos de rajada de 5 min (300 s), tempo considerado em cada patamar de pressão tanto na norma brasileira como na norma europeia. Com relação às alturas, foram adotados os valores estabelecidos na norma brasileira em vigor: 5 m, 15 m, 30 m, 60 m e 90 m;
- b) VUP – A Vida Útil de Projeto é o período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado, a fim de atender aos respectivos requisitos de desempenho, neste caso, período pelo qual a esquadria deve ser estanque à água. Dessa forma, foram utilizados os valores de VUP estabelecidos na norma ABNT NBR 15575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a) para compor o valor de  $S_3$ : 20 anos, 25 anos e 30 anos; e
- c) Probabilidade de ocorrência – O fator  $S_3$  é composto também pela probabilidade  $P_m$  de que o evento seja excedido, no local em consideração, pelo menos uma vez em um período de "m" anos (neste estudo, "m" é igual ao período da VUP). Para o cálculo de carga de vento que incide nas estruturas, é considerado o fator  $P_m$  de 0,63, ou seja, 63 % de probabilidade de ocorrência. Como para se avaliar a estanqueidade à água deve-se considerar a ocorrência de chuva e de vento simultaneamente, o estudo utilizou  $P_m$  de 0,75 e 0,85, ventos que ocorrem com maior frequência do que o utilizado para o cálculo da estrutura do edifício e normalmente utilizados em estudos de conforto.

A norma ABNT NBR 6123:1988 estabelece como valor mínimo  $S_3 = 0,88$  para cálculo visando segurança nas edificações ou projeto estrutural. Porém, como este cálculo não está sendo utilizado para este fim, e sim para estabelecer a pressão de ensaio para o requisito de estanqueidade à água, foram adotados valores abaixo desse limite, ou seja, 0,78 para VUP de 20 anos e  $P_m$  de 0,85.

A infiltração de água pela esquadria só ocorrerá quando a esquadria sofrer sobrepressão, portanto, o coeficiente de forma externo adotado para o cálculo da pressão estática de ensaio é de 0,7 para edificações de altura igual ou inferior a 15 m e de 0,8 para edificações mais altas, utilizando como referência os valores apresentados na norma ABNT NBR 6123 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1988) para edificações de planta retangular.

Dessa forma, as pressões para o ensaio de estanqueidade à água foram determinadas considerando as premissas citadas acima. Na **Tabela 1**, os valores obtidos de acordo com esta proposta são apresentados juntamente com os valores de pressões de ensaio (Pa) de estanqueidade à água constantes na norma NBR 10821 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017a) para esquadrias externas.

Tabela 1 - Pressões de ensaio (Pa) de estanqueidade à água da norma NBR 10821 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017a) para esquadrias externas e propostas de pressões com cenários calculados de acordo com as normas NBR 6123 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1988) e ABNT NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a)

Regiões brasileiras	Altura (m)	ABNT NBR 10821:2017 (Pa)	Proposta do valor de pressão (Pa)					
			VUP 30 anos		VUP 30 anos		VUP 30 anos	
			Pm 0,85	Pm 0,85	Pm 0,85	Pm 0,85	Pm 0,85	Pm 0,85
1 ( $V_0 \leq 30$ m/s) Ex: Amapá	6	60	62	62	62	62	62	62
	15	80	99	99	99	99	99	99
	30	100	136	136	136	136	136	136
	60	130	180	180	180	180	180	180
	90	160	215	215	215	215	215	215
2 ( $30$ m/s < $V_0 \leq 35$ m/s) Ex: Belo Horizonte	6	70	84	84	84	84	84	84
	15	100	134	134	134	134	134	134
	30	130	186	186	186	186	186	186
	60	160	245	245	245	245	245	245
	90	200	292	292	292	292	292	292
3 ( $35$ m/s < $V_0 \leq 40$ m/s) Ex: São Paulo	6	80	109	109	109	109	109	109
	15	110	176	176	176	176	176	176
	30	150	243	243	243	243	243	243
	60	190	320	320	320	320	320	320
	90	230	381	381	381	381	381	381
4 ( $40$ m/s < $V_0 \leq 45$ m/s) Ex: Curitiba	6	100	139	139	139	139	139	139
	15	140	222	222	222	222	222	222
	30	180	307	307	307	307	307	307
	60	220	406	406	406	406	406	406
	90	280	483	483	483	483	483	483
5 ( $45$ m/s < $V_0 \leq 50$ m/s) Ex: Porto Alegre	6	110	171	171	171	171	171	171
	15	150	274	274	274	274	274	274
	30	200	379	379	379	379	379	379
	60	250	501	501	501	501	501	501
	90	300	596	596	596	596	596	596
Média da diferença de pressão (Pa) entre as propostas e a norma em vigor			98	98	98	98	98	98
						Valor médio = 97 Pa		

Fonte: elaborado pelos autores

É notado que para valores menores de VUP, bem como para probabilidade de 85 %, têm-se valores mais baixos de pressão de ensaio. Observa-se também que a média geral da diferença de pressão entre as propostas e os valores adotados na norma em vigor é de 97 Pa, ou seja, apresenta valores próximos aos praticados na norma em vigor. A maior diferença entre os valores propostos e os utilizados atualmente está nas regiões com  $V_0$  de 40 m/s e 50 m/s, regiões IV e V, e para posições mais altas, como as de 30 m, 60 m e 90 m, tendo casos em que a pressão de ensaio é maior que o dobro da norma atual. Estes casos, com a pressão de ensaio de 625 Pa ou 655 Pa, por exemplo, podem, inclusive, ser comparados com as classificações especiais da UNI EN 12208 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 2001), classe de maior desempenho da norma europeia. Outro fato interessante é que na região I, em edificações baixas, há resultados encontrados de acordo com a norma ABNT NBR 6123 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1988) abaixo das pressões utilizadas na norma em vigor. Desta forma, percebe-se que, comparando os valores propostos com os valores em vigor, há uma expansão da gama de pressões para ensaio, aumentando os valores das máximas e reduzindo os valores das mínimas.

Deve-se observar que o ensaio de estanqueidade à água é realizado para avaliar se o produto permite a passagem de água para dentro do ambiente de forma a danificar algo ou criar um ambiente insalubre para o usuário. Assim, o critério de avaliação deve considerar se os lugares projetados permitem a drenagem da água com vazão adequada para o lado externo, caso ocorra a passagem de água para dentro do ambiente. Para o critério de classificação em "Mínimo", "Intermediário" ou "Superior", é importante que o ensaio seja contínuo até a infiltração prejudicial ocorrer compatibilizando com o critério de classificação da VUP proposto na norma NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a), pois quanto maior a VUP, maior a probabilidade de ocorrer um vento com velocidade maior, elevando o valor da pressão a que a esquadria será solicitada durante o uso. É importante ressaltar que o ensaio é realizado com incrementos de pressão, portanto, o ensaio poderá continuar até atingir a classe desejada, não é necessário pré-estabelecer nenhum valor.

## 4 Conclusão

Os fatos apresentados acima evidenciam a importância de se rever os valores das pressões de ensaio avaliando o regime de vento nas regiões do território brasileiro, a VUP e a altura de uso do produto, pois a avaliação de desempenho estará mais condizente com as incidências do vento em uso. As modificações propostas na metodologia de ensaio poderão colaborar para identificações mais claras entre os desempenhos dos diversos produtos, pois atualmente, pelo método vigente, o resultado obtido para uma esquadria com qualidade adequada é igual ao de uma esquadria com qualidade excelente, colocando um teto de desempenho nivelando os produtos para baixo. Essa falta de diferenciação não é adequada para o mercado e nem para o setor, pois não estimula a realização de produtos com melhor desempenho. Outro fato importante para discussão são os critérios de avaliação e classificação. Assim como na norma europeia EN 12208 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 2001), é importante avaliar se o produto permite a passagem de água para

dentro do ambiente de forma a danificar algo ou criar um ambiente insalubre. Assim, é pertinente adotar o critério da norma europeia de não permitir a entrada de água através da esquadria para o lado interno, caso não se tenha um dreno que possa conduzir esta água para o lado externo e que a infiltração ocorra de forma não repetitiva e nem contínua. Para o critério de classificação em "Mínimo", "Intermediário" e "Superior", a norma poderia adotar critérios que considerem, por exemplo, o tempo da VUP, que quando aumentada, aumenta o período em que o produto vai estar sujeito a ventos de maior intensidade, e conseqüentemente, a esquadria deve resistir a uma pressão de vento maior no ensaio.

## 5 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988. 80 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10821**: Esquadrias para edificações - Parte 2: Esquadrias externas - Requisitos e classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2017a. 27 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10821**: Esquadrias para edificações - Parte 3: Esquadrias externas - Requisitos e classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2017b. 27 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais - Desempenho, Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a. 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais - Desempenho, Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013b. 63 p.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **UNI EN 1027**: Windows and doors - Watertightness: Test method. Milano: ECS, 2001. 14 p.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **UNI EN 12208**: Windows and doors - Watertightness: Classification. Milano: ECS, 2000. 10 p.