

Os ensaios em esquadrias para edificações

Para que uma esquadria cumpra seu papel de conforto térmico, vedação e segurança ela deve atender os requisitos mínimos de desempenho dos ensaios descritos na norma técnica.

Da Redação

Ao comprar uma esquadria ou contratar o serviço de um fabricante, o consumidor precisa ficar atento ao projeto do produto que está adquirindo, já que, visualmente, uma esquadria que atende a norma pode ser semelhante à outra não conforme. Um bom projeto, associado à adequada instalação do produto na edificação, deve seguir os detalhes de projeto da esquadria que apresentou um bom desempenho nos ensaios realizados descritos na norma técnica.

Pode-se dizer que uma esquadria é a designação genérica para portas e janelas, incluindo os batentes e folhas necessárias. De todo o custo de uma obra, esse item pode ser um dos mais caros, representando de 9% a 18%. Assim, pode-se definir a esquadria como um componente da edificação utilizado para vedação no fechamento de vãos, constituída por componentes de fixação, contramarco, caixilhos e acessórios (arremates, guarnições, ferragens). Os tipos de aberturas proporcionados pelas esquadrias podem ser janelas, portas, telas, brises, grades, cobogós, portões, entre outros.

Em relação ao comportamento mecânico, uma esquadria deve resistir aos agentes atmosféricos, às vibrações, aos esforços

introduzidos pelos demais componentes do edifício, provenientes da movimentação ao longo do tempo e aos esforços devidos ao uso. A sua durabilidade pode ser expressa pela habilidade de desempenhar suas funções durante um período de tempo sob a influência de vários agentes. Assim, a vida útil também é determinada pelo material escolhido na fabricação da esquadria.

A NBR 10821-3 de 02/2017 - Esquadrias para edificações - Parte 3: Esquadrias externas e internas - Métodos de ensaio especifica os métodos de ensaio para a avaliação de desempenho e classificação de esquadrias para edificações, independentemente do tipo de material. Visa assegurar ao consumidor o recebimento dos produtos com condições mínimas exigíveis de desempenho. Esta norma não se aplica a divisórias e fechamentos internos.

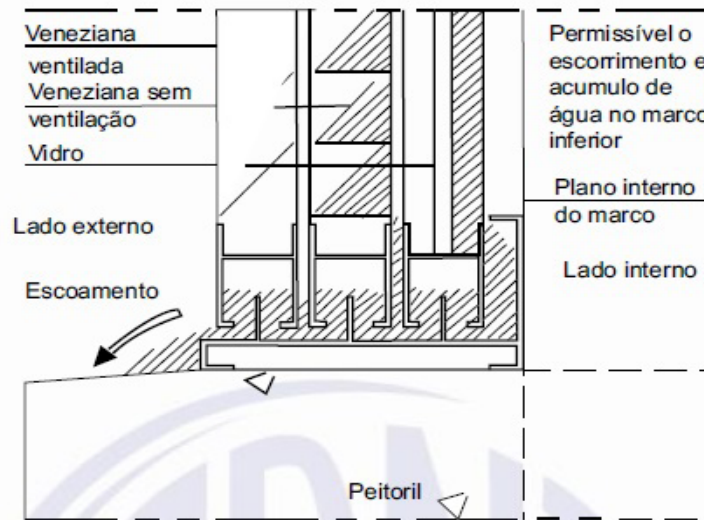
É importante conhecer a permeabilidade inicial (PI) que é o vazamento, escoamento ou borbulhamento de água no interior da esquadria ou das partes, ocorrido a qualquer tempo, desde que a água não ultrapasse o plano interno do marco da esquadria, sem molhar o peitoril da alvenaria ou a face interna da parede (ver figura). O PI determina o nível de desempenho da esquadria, não aprova ou reprova. É

permitida bolha de equalização nos primeiros 30 s iniciais da aplicação de cada pressão.

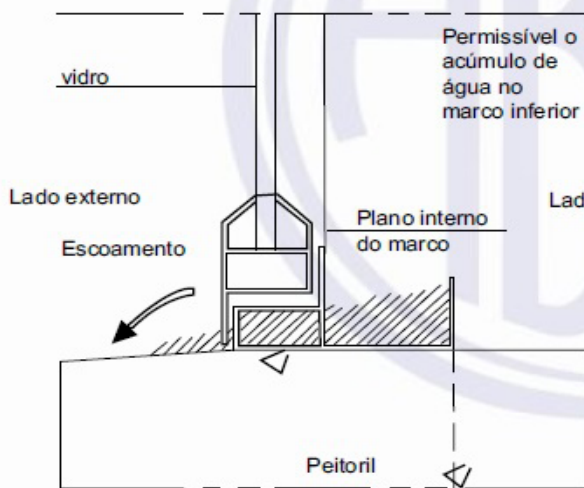
Para os ensaios de permeabilidade ao ar, estanqueidade à água e resistência às cargas uniformemente distribuídas, a persiana deve ser recolhida (aberta). Na sequência, deve ser realizada uma repetição do ensaio de resistência às cargas uniformemente distribuídas (pressão de segurança) com a persiana fechada, não sendo admissível o desprendimento de qualquer parte e/ou componente da persiana.

Para os ensaios de permeabilidade ao ar, estanqueidade à água e resistência às cargas uniformemente distribuídas, a folha de veneziana ventilada deve ser ensaiada deslocada da sua posição de fechamento em 50% da sua largura, no sentido de abertura, independentemente do plano de localização da folha de veneziana ventilada.

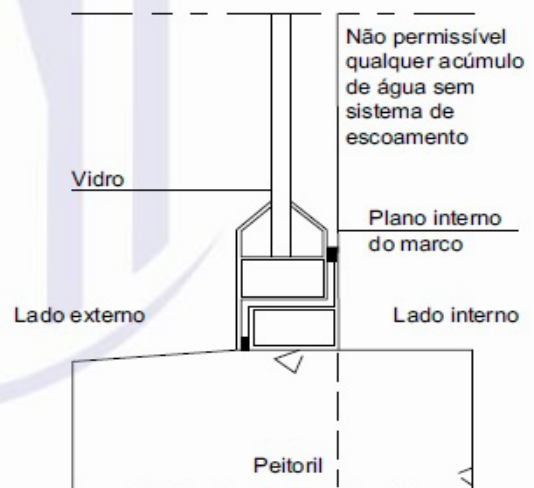
Para a janela de três ou seis folhas com palhetas reguláveis, para os ensaios de permeabilidade ao ar, estanqueidade à água e resistência às cargas uniformemente distribuídas, as palhetas devem ser abertas e a folha de palhetas ventilada deve ser ensaiada deslocada da sua posição de fechamento em 50% da sua largura, no sentido de abertura, independente do plano de localização da folha de



a) Situação 1



b) Situação 2



c) Situação 3

Legenda

- a) Situação 1, nível de desempenho mínimo: é permitido PI, e presença de água no trilho, com escoamento após o término da aplicação da vazão de água com pressão, desde que não ultrapasse o plano interno do marco
- b) Situação 2, nível de desempenho intermediário: não é permitido PI, porém é permitida a presença de água no trilho com escoamento após o término da aplicação da vazão de água com pressão
- c) Situação 3, nível de desempenho superior: não é permitido PI, nem presença de água na face interna da esquadria

Situações de escoamento de água na esquadria

veneziana ventilada.

O relatório deve conter as seguintes informações, além dos respectivos resultados de cada ensaio: identificação do corpo de prova ensaiado, constando: nome do fabricante; dimensões; modelo e tipologia; material predominante da esquadria; tipo de vidro utilizado e sua espessura; descrição da forma de instalação da esquadria na câmara; e outras informações pertinentes. Deve ter ainda os desenhos detalhados do corpo de prova ensaiado, constando: elevação, em escala normalizada; detalhes dos cortes horizontais, escala 1:1; detalhes dos cortes verticais, escala 1:1; detalhes característicos e discriminação de todos os materiais e componentes constantes na esquadria, em escala normalizada.

Em casos especiais, onde o contratante não tenha acesso ao projeto, convém que este seja informado. Encaminhar o relatório com documentação fotográfica da esquadria.

Deve constar ainda o manual de instalações (na ausência deste, a instalação deve estar especificada no projeto); conformidade com o projeto; pressões de ensaio utilizadas; resultado dos ensaios, com as pressões obtidas; classificação e atendimento à especificação da esquadria, conforme a NBR 10821-2; identificação das

normas adotadas para ensaio.

No relatório das esquadrias de aço, devem constar também as seguintes informações sobre o tratamento da superfície (revestimento e/ou pintura): especificação do tipo de fosfato; especificação do tipo de primer e/ou tinta de pintura final; espessura da camada. Para a verificação da permeabilidade ao ar, deve-se usar como aparelhagem uma câmara de ensaio com abertura em uma de suas faces, que permita a fixação do corpo de prova a ser ensaiado. A câmara deve possuir um medidor de pressão em posição tal que a medida não seja afetada pela velocidade do ar. A entrada de ar na câmara deve impedir a incidência direta do ar sobre o corpo de prova.

A fixação do corpo de prova deve ser tal que garanta a perfeita estanqueidade e estabilidade entre a esquadria e a câmara, e que não interfira no resultado do ensaio. O sistema de aplicação de pressão deve garantir a estabilização da pressão estática especificada, durante o período de ensaio.

Os aparelhos de medida de pressão devem ser usados manômetros que permitam a medição das diferenças de pressão estática com exatidão de medição mínima de ± 5 Pa.

Para a determinação da vazão de ar, utilizar rotâmetros de ar, ou outro equipamento de medição de vazão de ar, com

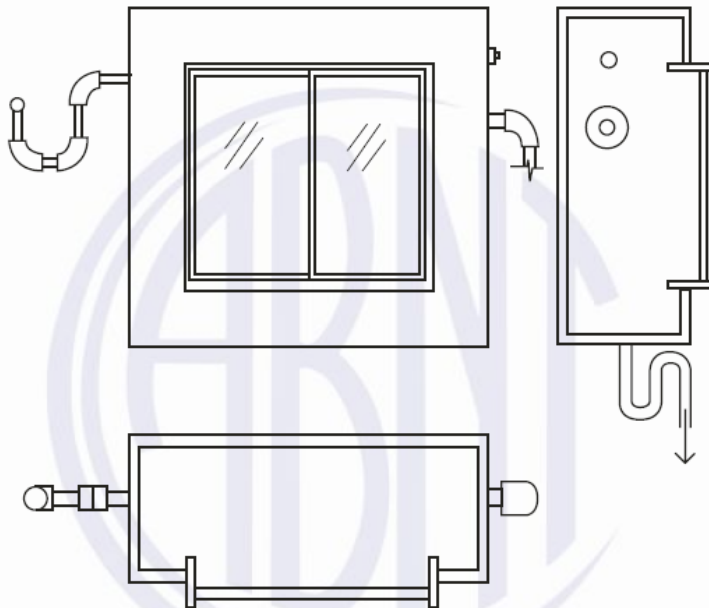
exatidão de medição mínima de $1 \text{ m}^3/\text{h}$, e que atinjam a vazão máxima necessária para avaliação da esquadria, tendo em vista que tal valor deve variar de acordo com a dimensão da tubulação do sistema de aplicação da pressão de ar e com a potência do sistema de aplicação da pressão. Neste caso, o medidor de vazão de ar deve ter capacidade tal para realizar as medições até o nível de desempenho mínimo para esquadrias, definido na NBR 10821-2:2017.

Os aparelhos para medição de velocidade do ar devem ser usados anemômetros com escala de leitura com resolução de $0,01 \text{ m/s}$ e com capacidade de medição de campos unidirecionais de velocidade. Podem ser usados tanto anemômetros de fio quente como anemômetros mecânicos.

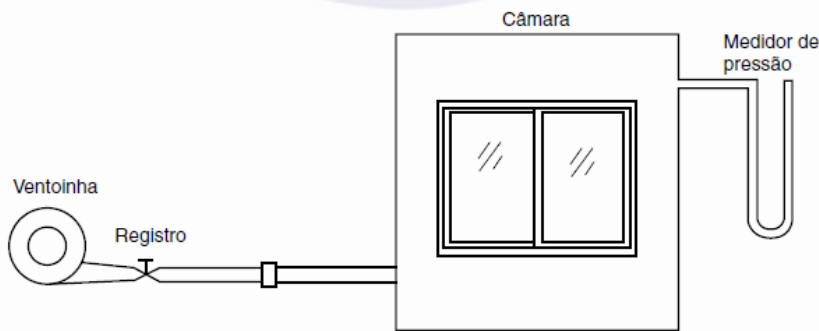
Para a execução do ensaio, o corpo de prova deve ser idêntico à esquadria avaliada e deve ser executado e instalado com os mesmos detalhes de projeto ou do manual do fabricante, componentes, selantes e outros dispositivos, conforme pedido de compra.

A espessura, o tipo de vidro e o método de colocação dos vidros devem atender à especificação do fabricante. Quando não existir especificação ou quando houver possibilidade de a esquadria ser utilizada com diferentes tipos e espessuras

Figuras representativas da câmara de ensaio



Vistas esquemáticas de uma câmara de ensaio



Esquema geral do sistema de pressurização

de vidros, os ensaios devem ser realizados com um vidro de espessura mínima em relação à área, conforme a ABNT NBR 7199.

Para o procedimento de ensaio, fixar o corpo de prova à câmara de ensaio, observando a face que deve ser submetida à pressão, sendo seladas as junções corpo de prova/câmara,

garantindo a não deformação dos elementos estruturais da esquadria na instalação; ajustar os componentes da esquadria, colocando-os em condições de operação, conforme as recomendações do fabricante; submeter todas as partes móveis do corpo de prova a cinco ciclos completos

de abertura, fechamento e travamento; selar o corpo de prova com um filme plástico pelo lado interno da câmara, garantindo perfeita aderência somente ao corpo de prova, na sua área, quando aplicada a pressão de ensaio; aplicar a pressão de ensaio especificada durante o tempo necessário para que esta seja equilibrada e efetuar a medição da vazão de alimentação (Q_a); anular a diferença de pressão e retirar o filme plástico; aplicar a pressão de ensaio especificada (a mesma aplicada anteriormente) durante o tempo necessário para que esta seja equilibrada e efetuar a medição da vazão de ar (Q); caso a diferença de vazão obtida ($Q - Q_a$), dividida pelo comprimento de juntas abertas e pela área do vão seja maior do que o limite do nível de desempenho especificado para a esquadria em estudo, e o solicitante do ensaio desejar, pode ser realizada a determinação da velocidade do vento, pontualmente, utilizando-se um anemômetro com a mesma pressão de ensaio aplicada.

Os resultados do ensaio devem indicar as pressões de ensaio utilizadas; a vazão de alimentação (Q_a), vazão de ar (Q) e vazão de permeabilidade (Q_p) do corpo de prova; o cálculo da vazão por metro linear de juntas abertas (Q_{cja}) e por área total do vão (Q_{av}), conforme NBR 10821-

2:2017, 6.2.1; classificação e atendimento à especificação do projeto da esquadria, conforme NBR 10821-2:2017 6.2, Tabela 2.

Para a verificação da estanqueidade à água, deve-se usar como aparelhagem, uma câmara de ensaio com abertura em uma de suas faces, que permita a fixação do corpo de prova a ser ensaiado. A câmara deve possuir um medidor de pressão em posição tal que a medida não seja afetada pela velocidade do ar.

A entrada de ar na câmara deve impedir a incidência direta do ar sobre o corpo de prova. A fixação do corpo de prova deve ser tal que garanta a perfeita estanqueidade e estabilidade entre a esquadria e a câmara, e que não interfira no resultado do ensaio. O sistema de aplicação de pressão deve garantir a estabilização da pressão estática especificada, durante o período de ensaio.

Os aparelhos de medida de pressão devem ser usados manômetros que permitam a medição das diferenças de pressão estática com exatidão de medição mínima de ± 5 Pa. O sistema de aspersão de água deve ser capaz de aplicar uma lâmina de água contínua e regularmente aspergida a toda a superfície sujeita a ser molhada em condições de

exposição reais, por meio de bicos cônicos e circulares com as seguintes características: ângulo de pulverização de 120° ; variação da pressão de trabalho: $2,04 \text{ kg/cm}^2$ a $3,06 \text{ kg/cm}^2$; e vazão do bico: $(2 \pm 0,2) \text{ L/min}$ por bico.

Para a execução do ensaio, o corpo de prova deve ser idêntico à esquadria avaliada e deve ser executado e instalado com os mesmos detalhes de projeto ou do manual do fabricante, componentes, selantes e outros dispositivos, conforme pedido de compra. A espessura, o tipo de vidro e o método de colocação dos vidros devem atender à especificação do fabricante.

Quando não existir especificação ou quando houver possibilidade de a esquadria ser utilizada com diferentes tipos e espessuras de vidros, os ensaios devem ser realizados com um vidro de espessura mínima em relação à área, conforme a NBR 7199. Para a instalação do sistema de pulverização, o ângulo de inclinação dos bicos varia de acordo com a localização da esquadria na obra.

O método A é adequado para esquadrias totalmente expostas, e o método B é adequado para esquadrias parcialmente protegidas, por projeções de lajes, por exemplo. Deve ser realizado um ensaio utilizando apenas

uma configuração. Quando informada a localização da esquadria na obra, deve ser levado em consideração o método de pulverização (A ou B) adequado.

Caso não exista esta informação ou existam ambas as condições, a esquadria deve ser ensaiada pelo método A. A linha de bicos deve ser posicionada no máximo 150 mm acima da linha mais alta do protótipo da esquadria, para oferecer um umedecimento completo do(s) componente(s) da esquadria horizontal adjacente. A linha de bicos deve ser posicionada a uma distância de (250 ± 10) mm da face externa da esquadria, conforme definido pelo plano mais afastado da junta externa das partes móveis ou do plano do vidro das partes fixas.

Os bicos devem ser posicionados ao longo do eixo da barra de pulverização, com um espaçamento de (400 ± 10) mm, sendo que um bico sempre deve estar posicionado no centro da largura da esquadria. Para a direção da pulverização dos bicos, o eixo dos bicos fica em uma linha $(24 \pm 2)^\circ$ abaixo da linha horizontal de ensaio, de acordo com o método A, e $(84 \pm 2)^\circ$ para o ensaio de acordo com o método B.

Quanto ao número de fleiras de bicos, para modelos

com altura de até 2,5 m, medidos da linha mais alta da junta horizontal de qualquer esquadria móvel ou da linha de vidro de qualquer vidro fixo até a próxima junta, uma única fileira de bicos é utilizada, com cada bico pulverizando, em média, 2 L/min para os métodos de pulverização A e B. Para modelos que ultrapassam 2,5 m de altura, uma fileira superior de bicos é fixada.

Fileiras adicionais de bicos são fixadas em intervalos verticais de 1,5 m (dentro de uma tolerância de ± 150 mm) abaixo da linha superior de bicos. Quando ocorrer alguma projeção horizontal, essas fileiras adicionais devem ser instaladas em um nível que possibilite que água alguma seja pulverizada para cima sob a projeção. O fluxo de cada bico deve ser, em média, 2 L/min para os métodos de pulverização A e B.

Para modelos que contêm uma ou mais pingadeiras horizontais que se projetem além de 50 mm, uma fileira adicional de bicos é disposta para cada pingadeira. Para o procedimento de ensaio, fixar o corpo de prova à câmara de ensaio, sendo seladas as junções corpo de prova/câmara, garantindo a não deformação dos elementos estruturais da esquadria na instalação; a instalação para

o ensaio deve ser realizada conforme as condições de projeto ou o manual de instalação; ajustar os componentes, colocando-os em condições de operação, conforme as recomendações do fabricante; submeter todas as partes móveis do corpo de prova a cinco ciclos completos de abertura, fechamento e travamento; caso o ensaio de permeabilidade ao ar não tenha sido realizado nas últimas 24 h, aplicar a pressão de acomodação (P_{ac}), equivalente à metade da pressão de ensaio, três vezes.

O tempo para atingir a pressão P_{ac} deve ser superior a 5 s e inferior a 20 s, e esta deve ser mantida por (7 ± 3) s. Deve-se operar o sistema de dispersão de água até atingir a vazão de ensaio, por 15 min, sem aplicação de pressão. Finalizado este intervalo de tempo, aplicar as pressões de ensaio gradativamente, permanecendo 5 min em cada pressão.

Após a aplicação de cada pressão, o sistema de aplicação de pressão deve ser desligado, mantendo-se o sistema de dispersão de água ligado, por um intervalo de 1 min, para escoamento da possível água acumulada na esquadria. A duração total do ensaio depende de até qual pressão de ensaio (Pa) a esquadria é submetida.

A duração de cada fase de pressão deve estar dentro de uma tolerância de $\pm 1/0$ min.

A pressão do ensaio é aplicada em fases de 20 Pa até 100 Pa e em fase de 30 Pa a partir de 100 Pa. O tempo para atingir a pressão de ensaio deve ser superior a 5 s e inferior a 20 s, o tempo de possíveis bolhas de equalização não pode ultrapassar 30 s iniciais a contar quando a pressão de ensaio é atingida. Em caso de ocorrência de PI e PE, em qualquer uma das fases, deve-se repetir o ensaio com a diminuição da pressão de água atingida em até dois intervalos de 10 Pa, para definição da pressão de classificação em relação à NBR 10821-2:2017, Tabela 1.

Caso uma nova classificação não seja atingida, adotar a classificação já alcançada.

Verificar a existência de vazamento de água no corpo de prova, PI e PE, registrar o local e a pressão na qual qualquer quantidade de água tenha penetrado e o tempo durante o qual a pressão máxima foi mantida antes de a água ter penetrado.

Fotografar as ocorrências e marcar estes dados em um desenho da vista da esquadria ensaiada. Ao final do ensaio, anular a diferença de pressão e, em seguida, interromper a aspersão de água e registrar a ocorrência de início do escoamento, em até 3 min.