

ESPECIFICAÇÃO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO COM BASE NA ABNT/NBR 10821 (2017) E ABNT/NBR 7199 (2016)

Diego Rodrigues de Lima¹
Alex Marcos Bedin; Claiton Mesacasa; Claiton Rogério Zardo; Fabiano Faller²

RESUMO

Este trabalho tem como principal objetivo analisar a forma como as esquadrias de alumínio devem ser especificadas para atender aos requisitos da NBR 10821 (ABNT, 2017) e NBR 7199 (ABNT, 2016). O embasamento teórico deste trabalho foi com ênfase às normas técnicas buscando o entendimento dos requisitos e pontos que devem ser analisados por fabricantes e projetistas de esquadrias de alumínio na especificação dos seus produtos. Foi empregada a metodologia com base no método indutivo comparando e apontando fatos, através da pesquisa exploratória proporcionando uma visão geral, aprofundada a pesquisa. O delineamento da pesquisa foi através do estudo de campo buscando informações e conhecimento através de uma empresa fabricante de esquadrias de alumínio. Os instrumentos de coleta de dados dessa pesquisa foram: documentos sendo pesquisa em normas técnicas e catálogos técnicos de fornecedores e houve aplicação de um questionário realizado para profissionais do setor. A amostra deste trabalho delimita-se à empresa Rissi Fachadas e Esquadrias. Após, coleta dos dados e posterior análise das informações, conclui-se com este estudo que os profissionais que atuam na especificação de esquadrias de alumínio, fabricantes ou projetistas, seja para consumidor final, construtoras/ incorporados, precisam estar por dentro das normas técnicas, não somente no momento da especificação do seu produto, mas também na escolha dos fornecedores, na metodologia de logística, nos métodos de fabricação e instalação.

Palavras-chave: Especificação. Esquadria. Alumínio.

1 INTRODUÇÃO

Entre todos os materiais utilizados na construção de uma edificação, as esquadrias de alumínio são itens que cada vez mais ganham importância, conforme a Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2017), as esquadrias cumprem um papel fundamental.

Diante do cenário atual é fundamental que os profissionais deste setor, projetistas e fabricantes, tenham clareza na especificação de esquadrias de alumínio quanto aos requisitos exigidos pelas normas técnicas, seja ela na escolha do vidro, do sistema e linha da esquadria, no dimensionamento dos perfis e aquisição de componentes. Estas escolhas são a diferença para entregar um produto de qualidade e desempenho que as obras precisam.

¹ Acadêmico da Engenharia Civil UCEFF.

² Docentes da Engenharia Civil UCEFF. E-mail: alexbedin@hotmail.com.

Com o surgimento da ABNT NBR 15575 (2013), conhecida como Norma de Desempenho, todo o mercado da construção civil, fornecedores de materiais, engenharia, arquitetura, construtoras, correm para atualizar seus materiais e métodos construtivos para atender os requisitos desta norma.

Isso não é diferente para os projetistas e fabricantes de esquadrias de alumínio, conforme CBIC (2017), as esquadrias são componentes importantes para o desempenho de uma edificação com o objetivo de ultrapassar os aspectos estéticos e de funcionalidade, trazem também requisitos de desempenho estrutural, acústico, térmico e iluminação. Para atendimento da norma de desempenho, as fachadas e esquadrias precisam principalmente, atender aos requisitos da ABNT/NBR 10821 - Esquadrias para Edificações (2017) e da ABNT/NBR 7199 – Vidros na construção civil (2016).

Dentro deste contexto, a questão problema é definida da seguinte forma: **Como as esquadrias de alumínio devem ser especificadas para atender aos requisitos da NBR 10821 (ABNT, 2017) e NBR 7199 (ABNT, 2016)?**

Neste sentido, o objetivo geral neste estudo é analisar a forma como as esquadrias de alumínio devem ser especificadas para atender aos requisitos da NBR 10821 (ABNT, 2017) e NBR 7199 (ABNT, 2016). Para atender este objetivo foram delineados como objetivos específicos: a) avaliar informações presentes nos catálogos técnicos de fornecedores de esquadrias de alumínio para atendimento da NBR 10821 (ABNT, 2017) e NBR 7199 (ABNT, 2016). b) verificar como obter informações que não se encontram nos catálogos técnicos dos fornecedores de esquadrias de alumínio através de uma entrevista; e c) Propor soluções para os possíveis problemas na especificação de esquadrias de alumínio.

Segundo Ferraz (2010), as esquadrias figuram entre os itens mais importantes e custosos de uma obra, geralmente variando de 9 a 18% do custo total da edificação com alto padrão, suas inúmeras possibilidades de combinações geram diversas soluções e aguçam a criatividade de arquitetos e engenheiros.

Portanto, é muito importante que as especificações das esquadrias de alumínio sejam feitas corretamente, para que além da parte estética apresentada, tenha todos os requisitos exigidos pelas normas atendidos.

2 REVISÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresenta um pouco da história e da evolução no setor de esquadrias de alumínio e seus sistemas, além das principais normativas do setor e dos principais pontos que devem ser abordados.

2.1 EVOLUÇÃO DAS ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

O alumínio tornou-se o material ideal para empreendimentos que buscam sustentabilidade, beleza e longevidade, além de produtos modernos e inteligentes. Ele é infinitamente reciclável e traz vantagens em eco eficiência, aliado com outros materiais propicia um ótimo padrão de isolamento térmico contribuindo assim para uma economia de consumo de energia. O material ainda permite inúmeras possibilidades arquitetônicas que favorecem o melhor aproveitamento da iluminação natural (CARDOSO, 2004).

Segundo Andreotti *apud* Mazarotto, (2011), foi a partir do século XIX que o desenvolvimento tecnológico permitiu que a estrutura dos edifícios passasse a ser independente das vedações, de forma a dar origem a um novo tipo de envoltório completamente envidraçado.

No século passado, nas décadas de 40 a 70, arquitetos já utilizam projetos com fachadas envidraçadas. Até nas últimas décadas surgiram várias inovações como a inovação na capacidade de vedação, métodos de instalação e fixação além dos materiais disponíveis. A larga escala de produção proporcionou uma maior capacidade de uniformidade e qualidade aos produtos (NAKAMURA, 2008).

Conforme abordado por Cardoso (2004) na execução do Citybank no Rio de Janeiro em 1982 onde a construtora responsável pelo empreendimento contratou a consultoria de um engenheiro americano para acompanhamento das propostas e dos testes de desempenho, neste momento percebeu-se que havia a necessidade deste tipo de profissional no Brasil que pudesse colaborar no desenvolvimento de projetos e na compatibilização das propostas.

Os projetos de fachadas devem respeitar as limitações climáticas, localização, orientação solar, acústica e proteção contra incêndios, entre outros. Um dos grandes desafios para os projetistas é seguir a tendência dos edifícios comerciais envidraçados, em locais onde as condições climáticas não favorecem estes modelos, deve-se ficar atentos para garantir o

conforto, e cuidando para minimizar as possibilidades de surgimento de patologias. Segundo Mazzarotto (2011), as fachadas devem responder dinamicamente à variabilidade das condições climáticas e necessidades de seus ocupantes.

As primeiras indústrias de esquadrias de alumínio surgiram na década de 60, produzindo esquadrias ainda com perfis soldados, inicialmente para obras de menor escala, praticamente residenciais, com o surgimento de Brasília e o crescimento de São Paulo, surgiram os primeiros empreendimentos de grande porte utilizando o alumínio como material para as esquadrias e fachadas, conforme Cardoso (2004) a embaixada da Alemanha em Brasília consumiu 115 toneladas de alumínio entre esquadrias e revestimentos.

2.2 TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE

Embora o alumínio resista muito bem a corrosão, que é uma das principais características deste material, cada vez que este material entra em contato o oxigênio do ar forma-se uma fina camada de óxido de alumínio, além da grande perda da estética, a raspagem desta camada afina a espessura dos perfis, por isso é muito importante uma bom tratamento de sua superfície (CARDOSO, 2004).

Existem basicamente dois tipos de tratamento para perfis de alumínio, através de Anodização ou de Pintura Eletrostática. Complementando Cardoso (2004) afirma que a anodização surgiu paralelamente com a extrusão do alumínio, o edifício Empire State Building, em Nova York é uma das obras mais antigas registradas com este tratamento.

Segundo a Olgacolor Alumínio (s.d.), a anodização é feita através de muitos processos químicos, corrente elétrica, substâncias alcalinas e ácidos, na primeira fase é criada uma proteção transparente por reação eletroquímica integranda a camada do perfil, após é feita a coloração através de banhos onde é depositado por correntes elétricas sais metálicos de sulfato e de estanhos. “O processo não utiliza produtos que proporcionam riscos ao meio ambiente, além de ser reciclável”.

Já, a Pintura Eletrostática é um processo onde é depositada uma camada de tinta sobre a superfície do perfil, neste método a variedade de cores é muito maior que na anodização. De acordo com Oxicolor (s.d.), as etapas deste processo são basicamente o pré tratamento – aplicação da tinta – polimerização, esta última é a etapa onde o perfil fica em uma estufa para

que as partículas da tinta se fundam no no perfil passando por uma temperados de aproximadamente 200°C por 10 minutos.

2.3 ESQUADRIAS PARA EDIFICAÇÕES - NBR 10821 (ABNT, 2017)

A esquadria escolhida, por qualquer que seja o critério, deve passar por todos os requisitos da NBR 10821 (ABNT, 2017), considerada a norma mãe das esquadrias. Cardoso (2004), afirma que todo bom profissional deve conhece-la e ter sempre por perto em caso de dúvidas.

Esta norma está disponível e dividida em 5 partes, terminologia, requisitos e classificação, métodos de ensaio, requisitos adicionais de desempenho e instalação e manutenção (ABNT NBR 10821, 2017).

NBR 10821-2 (ABNT, 2017), relata no item “4.1 A esquadria deve ser fornecida com todos os componentes necessários ao seu funcionamento e características do produto ensaiado, conforme projeto”. A indústria obrigatoriamente deve fornecer as esquadrias ao seu cliente conforme ensaiada, os componentes assim como os perfis influenciam diretamente na classificação dos produtos.

A NBR10821-2 (ABNT, 2017) direciona as exigências dos componentes as normas específicas, obrigando as indústrias a adquirir produtos que atendam tais normais e recebam os testes nelas contidos, como por exemplo:

- a) roldanas – NBR 15969-1;
- b) escovas de vedação – NBR 15969-2;
- c) guarnições de EPDM – NBR 13756;
- d) fechaduras – NBR 14913;
- e) anodização – NBR 12609;
- f) pintura – NBR 14125;
- g) vidros – NBR 7199;
- h) entre outros.

A NBR 10821-2 (ABNT, 2017) é direcionada a diversos materiais utilizados para industrialização de esquadrias de alumínio, como aço, madeira, alumínio ou PVC.

Para esquadrias de alumínio, a NBR 10821-2 (ABNT, 2017) exige que os perfis sejam protegidos por anodização ou pintura, não permitido a industrialização de esquadrias com alumínio natural. É exigido que os parafusos sejam em aço inoxidável austenítico ou com revestimento conforme BS EM 1670. No caso de estruturas de diferentes materiais deve-se evitar o contato bimetálico, é importante o isolamento por exemplo de perfis de aço com perfis de alumínio através de fitas anticorrosivas.

Esquadrias com fechamentos em vidro onde o montante estrutural não seja o alumínio, como por exemplo esquadrias de vidro temperado, onde o mesmo faz a função estrutural, deve ser em conformidade com a NBR 7199 (ABNT, 2016). Podem ser utilizados outros materiais no lugar do vidro, como policarbonato, chapas de alumínio ou ACM, desde que atendam aos requisitos (ABNT/NBR 10821-2, 2017).

Para cálculo das pressões de vento incidentes na esquadria é importante definir a dimensão onde a esquadria será aplicada, conforme NBR 10821 (ABNT, 2017) a altura em relação ao solo deve ser considerada da altura mais baixa da edificação até o ponto mais alto onde uma esquadria será aplicada, em edifícios em desnível deve ser considerada a diferença de cota ao ponto mais baixo.

Na NBR10821-2 (ABNT, 2017), em “5 Uso de esquadrias em condições específicas”, descrevem pontos importantes para a especificações das esquadrias, como por exemplo, esquadrias do tipo basculante, não podem ser instaladas na face externa do edifício pois são consideradas pela norma uma esquadria interna. Requer que uma esquadria de movimento composto, como por exemplo, uma janela de correr com bandeira do tipo móvel ou maxim-ar deve ser realizados todos os testes de desempenho para ambos os movimentos.

Por requisitos de segurança, a NBR 10821-2 (ABNT, 2017) requer que os vidros quando aplicados abaixo da cota de 1,10m de altura em relação ao piso usem vidro de segurança conforme a NBR 7199 (ABNT, 2016), este requisito é de suma importância para que em um eventual impacto o objeto, ou mesmo uma pessoa não se projete para o lado externo da edificação, ou mesmo que pedaços de vidros caiam sobre as pessoas que transitam pelo lado externo do edifício.

A NBR 10821-2 (ABNT, 2017) é bastante exigente em esquadrias com folhas projetantes, especificamente quando se projetam para o lado externo da edificação, esquadrias com cotas menor que 2m de altura, em áreas onde tenham movimentos de pessoas, sua

abertura deve ser limitada a face externa da edificação, em locais acima de dois pavimentos, ou altura acima de 6m em relação ao piso externo para que a folha tenha uma abertura maior que 250mm, deve ser obrigatoriamente utilizados vidros laminados ou aramados.

É indicado que as portas de giro abram para o lado de fora do ambiente confinado, para ambientes de uso coletivo com intuito de formar uma rota de fuga, para portas de giro com abertura para dentro ou para fora no lado externo do edifício, por sua forma construtiva não se aplicam os requisitos de estanqueidade à água e ao ar, isso também cabe para esquadrias com veneziana de ventilação permanente, total ou parcial. (ABNT NBR 10821-2, 2017)

A NBR10821-2 (ABNT, 2017) estabelece cinco classes de esquadrias para edificações residenciais ou comerciais em relação a quantidade de pavimentos.

- a) esquadrias instaladas até dois pavimentos – altura máxima 6m;
- b) esquadrias instaladas até cinco pavimentos – altura máxima 15m;
- c) esquadrias instaladas até dez pavimentos – altura máxima 30m;
- d) esquadrias instaladas até vinte pavimentos – altura máxima 60m;
- e) esquadrias instaladas até trinta pavimentos – altura máxima 90m;

A NBR10821-2 (ABNT, 2017) traz uma tabela para classificação da edificação baseada no cálculo de pressão de vento da NBR 6123 (ABNT, 1988) – Forças devidas ao vento em edificações, classificada a edificação conforme o mapa de isopletas e a altura conforme as cinco classes acima pode ser admitido os valores das Pressões de vento.

Para os testes de desempenho das esquadrias são utilizadas um tipo de pressão para cada modelo de teste.

- a) P_p = Pressão de Projeto, obtida pela NBR 6123;
- b) $P_e = P_p \times 1,2$ Pressão de Ensaio;
- c) $P_s = P_e \times 1,5$ Pressão de Segurança;
- d) $P_a = P_p \times 0,2$ Pressão de Água.

Todas as esquadrias especificadas para atender a NBR 10821 (ABNT, 2017) devem atender aos desempenhos de:

- a) permeabilidade ao ar;
- b) estanqueidade à água;
- c) resistência às cargas uniformemente distribuídas;

- d) operações de Manuseio;
- e) segurança nas operações de manuseio;

Para teste de permeabilidade ao ar a NBR 10821 submete a esquadria a uma pressão de ar de 50 Pa, equivalente à 9,03m/s ou 32,5 Km/h que passa pela esquadria para se obter uma vazão em metros cúbicos por hora. Este teste é realizado em todas as juntas e classificados em nível mínimo, médio ou superior (ABNT/NBR 10821-2, 2017).

No teste de Estanqueidade à água a esquadria não pode apresentar escoamento de água na sua parte interna, ou por seus componentes através de vazamentos quando submetida a uma vazão de água pela pressão de vento calculada pela Pressão de água (Pa) equivalente a 0,2 da Pressão de Projeto (Pp).

Para ser classificada no nível mínimo pode haver água na face interna da esquadria sem molhar o peitoril da alvenaria ou face interna, desde que haja o escoamento para a face interna. No nível intermediário é permitido a presença de água restrita ao peitoril, desde que não molhe o peitoril e parte interna e que a água seja escoada para fora. Para nível superior, não é permitido a presença de água na parte interna da esquadria.

A NBR10821-2 (ABNT, 2017) apresenta no item “6.2.3 Resistência às cargas uniformemente distribuídas” classificam os métodos de ensaio, basicamente na Pressão de Ensaio (Pe) a esquadria não pode apresentar ruptura de seus componentes, incluindo o vidros, colapsos total ou parcial ou ter seu funcionamento deteriorado. Não pode sofrer deflexão máxima de $L/175$ ou superior a 30mm, em qualquer perfil durante o momento do teste. Não é permitido apresentar uma deformação residual superior a 0,4% do comprimento livre do perfil após 3 minutos do desligamento da pressão de ensaio. No teste de desempenho sob Pressão de Segurança (Pe) não pode ocorrer o desprendimento de nenhuma de suas partes.

Para resistência às operações de manuseio, a NBR 10821 (ABNT, 2017) especifica um modelo de ensaio para cada tipo de esquadria, estes modelos podem ser encontrados na NBR 10821-3 especificados nos itens 6.2.4.1 a 6.3.4.8, nestes ensaios as esquadrias não podem ter deformação residual superior a 0,4% do comprimento livre do perfil em análise, fissura ou ruptura dos vidros e deterioração de qualquer componente ou elemento de fixação. A esquadria também, independente do movimento que tenha, deve suportar a 10.000 ciclos de abertura

Os itens ensaiados, ou corpo de prova, devem reproduzir o projeto, as especificações e as características fielmente. Se os itens ensaiados obtiverem o mesmo nível de desempenho a esquadria é classificada como tal, se forem obtidos dois níveis de desempenho diferentes, as esquadrias serão classificadas pelo menor nível mesmo que sejam classificadas um no nível mínimo e outro no superior, a esquadria será classificada pelo nível mínimo, em caso de obter resultados fora das faixas de classificação não atendendo aos requisitos mínimos de permeabilidade ao ar ou estanqueidade à água a esquadria não é classificada (ABNT/NBR 10821-2, 2017).

2.4 VIDROS NA CONSTRUÇÃO CIVIL - NBR 7199 (ABNT, 2016)

Assim como a NBR 10821 é a norma que rege toda a aplicação de esquadrias, a NBR 7199 (2016) – Vidros na construção civil – Projeto, execução e aplicações, em sua segunda edição de 20 de Julho de 2016, substituindo a primeira revisão de Novembro de 1989, fornece requisitos para dimensionamento e aplicação de vidros para a construção civil.

Segundo ABRAVIDRO (2016), a nova norma busca uma nova forma de redação para sanar as dúvidas de interpretação da versão anterior, buscou atualizar-se segundo normas internacionais sem deixar de considerar as particularidades do mercado nacional.

A NBR 7199 (ABNT, 2016), a norma que define projeto, execução e aplicação dos vidros mas que não se aplicam para projetos de vidros estruturais, como fachadas que utilizam colunas de vidros por exemplo.

Para requisitos mínimos para especificação e aplicação de vidros a NBR 7199 (ABNT, 2016) solicita que sejam analisados o tipo e funcionamento do envidraçamento, se o mesmo será aplicado em uma esquadria fixa, móvel ou projetante, que seja avaliado as dimensões da peça incluindo suas divisões, sua inclinação em relação à vertical, sua posição de aplicação em relação ao solo para verificar se a peça está no nível inferior ou acima do peitoril e se está no nível do pavimento térreo ou acima. Ainda é preciso analisar sua localização na obra, qual nível da obra a peça se encontra para que seja definido a pressão de vento incidente para chegar nos esforços solicitantes e também o tipo de vidro que será usado.

Antes de dimensionar o vidro, é necessário conhecer a condição de aplicação da peça, o tipo de caixilho onde será utilizada, as características da obra para dimensionamento da pressão de vento conforme requisitos da NBR 6123 e a altura de aplicação do vidro.

Conforme NBR 7199 (ABNT, 2016) os esforços solicitantes de uma peça de vidro se dá basicamente através da Pressão de Vento, no caso de vidros inclinados acima de 15 graus em relação a vertical, é majorada a carga de vento em relação a espessura do vidro pela condição do peso próprio da peça.

Para os demais vidros é utilizada a pressão de vento com um coeficiente de segurança de 1,5, sendo a pressão de cálculo do vidro $P = P_v \times 1,5$. Para vidros aplicados em ambientes internos onde não recebe a pressão de vento a norma solicita a aplicação de uma carga de 600 Pa nestes casos, o equivalente a 61,18 Kgf/m². Para todos os casos, não é permitido a utilização de um vidro com espessura menor que 3mm mesmo que o resultado do dimensionamento de um resultado menor. NBR7199 (ABNT, 2016)

Os modelos de cálculos da nova versão da norma são muito superiores a versão anterior, que possuía um único cálculo, para este a NBR 7199 (ABNT, 2016) traz 3 modelos baseados no modelo de aplicação:

- a) vidro apoiado em quadro lados: peças onde as 4 bordas são apoiadas através de um perfil estrutural, como por exemplo, vidros aplicados em janelas, portas fixadas através de colagem *glazing* ou encaixilhados;
- b) vidro apoiado em 3 lados, são peças onde 1 das bordas está livre, seja ela na largura ou comprimento da peça, como por exemplos vidros utilizados em muros, guarda corpo, vitrines onde a borda superior fica livre, não recebendo nenhum apoio;
- c) vidro apoiado em 2 lados, onde a peça só recebe apoio em duas extremidades, utilizado principalmente em vitrines, fachada com sistema *spider*, esquadrias de vidro temperado.

Conforme NBR 7199 (ABNT, 2016), após definido modelo de aplicação o método de cálculo, leva-se em consideração o fator de equivalência dos vidros já mencionados anteriormente para vidros laminados e vidros floats. Como último fator é levado em consideração a aplicação da peça, para alturas inferiores a 6m o fator é de 0,9 contra 1,0 para alturas maiores que 6m, reduzindo em 10% a espessura nominal da peça.

Após as definições anteriores, inserindo os dados nas fórmulas é possível chegar na espessura nominal da peça, para posteriormente definir uma espessura de vidro e fazer a validação da resistência da peça, da espessura equivalente e do cálculo da flecha admissível, se todas as validações estiverem conformes a peça pode ser adotada, caso contrário, deve-se aumentar a espessura da peça e refazer as validações.

3 METODOLOGIA

Segundo Fonseca (1987) a metodologia tem o objetivo de estudar o que será abordado, traçando o caminho da pesquisa, para que o objetivo principal/específicos seja alcançado.

Bueno (1998), afirma que é indispensável o uso da metodologia, para ter êxito na produção do conhecimento científico. A metodologia organiza o processo de pesquisa para que seja organizado e eficaz.

Com relação ao método científico esta pesquisa classifica-se como método indutivo que tem como função comparar fatos, apontando as diferenças e obtendo resultados e conclusões (GIL, 2008).

O nível de pesquisa neste estudo é exploratório que proporciona uma visão geral do fato em pesquisa, desenvolve conceitos e ideias, formula problemas mais precisos para estudos mais aprofundados, geralmente é a primeira fase de uma pesquisa mais ampla quando o tema é muito aberto, muito amplo (GIL, 2008).

Delineamento da pesquisa, segundo Gil (2008) é a mudança de fase da teoria e lógicas da anterior para os problemas práticos para verificação. O presente estudo utiliza a técnica de estudo de campo que segundo Marconi e Lakatos (2003), têm como objetivo obter informações e conhecimentos acerca de um problema na qual se procura uma resposta através da observação de fatos, na coleta de dados e na análise entre eles.

A função principal do instrumento de coleta de dados é coletar os dados importantes para atingir os propósitos de forma científica. Segundo Marconi e Lakatos (2003), é a fase mais cansativa da pesquisa, onde exige cuidado e um bom registro dos dados da pesquisa, quando elaborado um bom planejamento o pesquisador não terá um desperdício de tempo na coleta.

Os instrumentos de coleta de dados, desta pesquisa foram: documentos (catálogos técnicos de fornecedores) as normas técnicas e questionário aplicado aos profissionais do

setor. Estes dados foram coletados na empresa Rissi Fachadas e Esquadrias, localizada na cidade de Chapecó/SC e com o apoio dos responsáveis técnicos e dos profissionais do setor.

Segundo Mascarenhas (2012) o questionário é um instrumento que auxilia a medir dados com uma maior precisão.

Para Marconi e Lakatos (2003), a delimitação da população ou universo consiste em explicar o que será pesquisado como por exemplo, organização, comunidade, sexo, entre outros. Esta pesquisa terá como amostra a empresa Rissi Fachadas e Esquadrias. Os dados foram coletados através dos catálogos técnicos e normas utilizadas no setor, e as empresas onde a entrevista foi aplicada. A população alvo são as empresas do mesmo ramo, fabricantes de esquadrias de alumínio, e profissionais que desenvolvem especificação de esquadrias.

Através dos dados obtidos o próximo passo foi à análise e interpretação dos mesmos, de acordo com Marconi e Lakatos (p. 167, 2003), “Análise e interpretação são duas atividades distintas, mas estreitamente relacionadas e, como processo, envolvem duas operações [...]”. A análise e interpretação desta pesquisa se dão pelo método qualitativo, descrevendo os resultados através da análise dos comparativos entre os documentos, projetos e normativas.

4 RESULTADOS DO ESTUDO

Para dar sequência ao desenvolvimento da pesquisa, neste capítulo estão presentes as informações que foram coletadas e foram analisadas. Todo o procedimento realizado para obter as informações necessárias para se especificar uma esquadria de alumínio com base na NBR 10821 (ABNT, 2017) e na NBR 7199 (ABNT, 2016), podem ser observados estão na sequência.

4.1 SISTEMISTAS DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

Nesta pesquisa foram analisadas quatro empresas desenvolvedora de linhas para esquadrias de alumínio e distribuidora de perfis, conhecidas no seu ramo de atuação como Sistemistas, todas elas com distribuição para todo o mercado nacional.

A Empresa A e a Empresa B são marcas globais com atuação por mais de 40 países, ambas possuem mais de 100 anos de mercado desenvolvendo sistemas de esquadrias de alumínio e fachadas, principalmente na Europa e América do Norte. A Empresa C e a

Empresa D são marcas nacionais, iniciaram no ramo de extrusão até a criação de linhas próprias, são empresas novas no mercado, juntas não chegam a 70 anos de atuação. Assim como as demais empresas também possuem diversas linhas de esquadrias, convencionais, alto desempenho e fachadas.

4.2 CATÁLOGOS TÉCNICOS

O principal material de consulta técnica de um fabricante ou projetista de esquadrias de alumínio são os catálogos técnicos dos sistemistas, neles estão as informações da linha de esquadrias, código dos perfis, peso, dimensão, características geométricas dos perfis, modelos de montagens, projetos para usinagem e montagem das esquadrias entre outras informações.

Foram analisados dois catálogos técnicos da Empresa A, assim como dois da Empresa B, Empresa C e Empresa D, um de esquadrias convencionais entre vãos, e outro catálogo de fachadas pele de vidro, com objetivo de avaliar se todas as informações neles contidas são suficientes para especificar uma esquadria de alumínio corretamente, ou se serão necessárias outras ferramentas para auxiliar nas informações.

Conforme pode ser verificado no Quadro 1, foram listados dezessete pontos, dezessete informações necessárias para especificações de esquadrias de alumínio conforme requisitos das NBR 10821 (ABNT, 2017) e NBR 7199 (ABNT, 2016) e analisados em cada catálogo qual possuía tal informação, seja ela parcial ou total.

Quadro 1 - Comparativo entre catálogos analisados

	DESCRIÇÃO	EMPRESA A		EMPRESA B		EMPRESA C		EMPRESA D	
		Esq.	Fac.	Esq.	Fac.	Esq.	Fac.	Esq.	Fac.
01	Mapa de isopletas e tabela de pressão de vento	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
02	Restrição de utilização da tabela de pressão de vento	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
03	Diagramas de composição de perfis (montagens)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
04	Capacidade de tensão admissível dos perfis	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
05	Características geométricas de perfis	Parcial	Parcial	Parcial	Parcial	Não	Não	Não	Sim
06	Informações sobre tratamento dos fixadores	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não
07	Informações sobre tratamento de superfície	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
08	Restrição de montagem	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
09	Lista de fornecedores homologados	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
10	Teste de permeabilidade ao ar	1/30	Não	Não	Não	Não	Não	1 mod.	Não
11	Capacidade de estanqueidade á água dos modelos	1/30	Não	Não	Não	Não	Não	1 mod.	Não
12	Capacidade de atenuação acústica dos modelos	Não	Não	Não	Não	Não	Não	1 mod.	Não
13	Capacidades de espessuras de vidros	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
14	Modelos de montagens	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
15	Desenhos de montagem	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim
16	Instruções de montagem	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
17	Referências a ABNT/NBR 10821	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim

Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

No Item 01, foi avaliado se o catálogo possuía o mapa de isopletas necessário para identificação da categoria de vento onde a obra está localizada, assim como a tabela de classificação da obra em relação da altura da edificação, necessária para determinar a pressão de vento. A análise foi positiva com 87,5% dos catálogos contendo a informação.

No Item 03, foi avaliado se os catálogos possuíam diagramas de composição de perfis, esta informação é importante para que se possa determinar se os perfis utilizados suportarão a carga atuante, pressão de vento, sem que seja necessário um cálculo de dimensionamento de perfis. No Item 05 foi analisado as características geométricas dos perfis, se os catálogos forneciam as informações de momento de inércia, momento de giração dos perfis. Estas informações foram encontradas em apenas 37,5% dos catálogos, quatro catálogos trazem as informações de forma parcial, somente para os perfis considerados estruturais.

No Item 08 foi avaliado se os catálogos possuem alguma restrição de montagem em relação a NBR 10821 (ABNT, 2017) e NBR 7199 (ABNT, 2016), como por exemplo, limites

de aberturas das folhas móveis, estanqueidade para portas de giro, venezianas de ventilação permanentes, e tais informações não foram encontradas em nenhum dos catálogos técnicos, assim como no Item 09 onde foi verificado se os catálogos técnicos traziam a informações dos fornecedores homologados para comercializar os componentes necessários para fabricação das esquadrias.

Para atendimento ao requisito de permeabilidade ao ar e estanqueidade a água, foi verificado nos Itens 10 e 11 se os catálogos traziam laudos de testes com tal desempenho, para que seja analisado a capacidade de carga de água que a esquadria suporta, desta forma podemos saber se o modelo que estamos especificando está dentro da pressão de água (Pa) para a obra em análise. Duas empresas traziam um modelo de esquadrias com os laudos, somente 12,5%. No Item 12 foi verificado se os catálogos fornecem informações sobre a capacidade de atenuação acústica dos modelos de esquadrias, e somente um modelo de esquadria foi encontrado dentre os oito catálogos analisados.

Nos Itens 14, 15 e 16 foi analisado se os catálogos traziam informações de modelos de esquadrias, desenhos e instruções de montagem. Estes itens são importantes para que os fabricantes de esquadrias industrializem seus modelos baseados nas instruções técnicas dos sistemistas, garantindo que seu modelo esteja de acordo com os testes feitos por quem projetou o sistema estes requisitos os catálogos ficaram com uma boa média, com modelos de montagens com 87,5%, 75% para os desenhos de montagens e 50% para instruções de montagens. No Item 17 foi analisado se os catálogos traziam referências a NBR 10821 (ABNT, 2017) informando que as esquadrias devem ser produzidas e instaladas conforme os requisitos desta norma. Neste item as informações foram positivas, encontradas em 87,5% dos catálogos analisados.

A partir desta análise foi identificado que não é possível fazer a especificação de uma esquadria de alumínio somente através dos catálogos técnicos, é fundamental que os fabricantes de esquadrias de alumínio e projetistas tenham conhecimento dos requisitos das normas técnicas, somente assim ele poderá identificar quais são os pontos que precisam ser analisados, buscando informações através de outras ferramentas.

Através de alguns catálogos, é possível fazer a especificação dos perfis que deverão ser utilizados de uma forma mais superficial, atendendo ao requisito de resistência as cargas uniformemente distribuídas, porém se a obra tiver uma geometria ou em uma localização

diferenciada o especificador deverá fazer a análise da pressão de vento e dimensionamento dos perfis de uma forma manual ou através de um software especializado. Esta informação é repassada 75% dos catálogos.

4.3 COMPLEMENTO DE INFORMAÇÕES ATRAVÉS DO QUESTIONÁRIO

Foi realizado uma pesquisa com quatro profissionais que trabalham nas empresas pesquisadas, contribuem para o desenvolvimento das linhas, e se dedicam diariamente para criar novas soluções e adaptar seus produtos para que eles atendam às necessidades de cada novo projeto.

O objetivo desta pesquisa foi obter informações através da experiência destes profissionais e buscar soluções para as questões que os catálogos técnicos não informam. Foram feitas cinco questões específicas para que cada profissional descrevesse sua opinião sobre o assunto.

4.3.1 Permeabilidade ao ar e Estanqueidade à água

Através das respostas do questionário para a questão de Permeabilidade ao ar e Estanqueidade à água, é possível perceber que é fundamental conhecer os produtos que estão sendo especificados, conhecer as empresas que estão fornecendo os sistemas e quais certificações possuem. As esquadrias precisam estar testadas aos requisitos da NBR 10821 (ABNT, 2017), como descrito pelo profissional da Empresa A, “os laudos são válidos somente para as esquadrias ou fachadas cortina ensaiadas”, ou seja, é preciso conhecer e saber quais modelos foram testados, solicitar uma cópia dos testes feitos é uma forma de conhecer quais os níveis de certificação as esquadrias de alumínio atenderam e quais as cargas foram submetidas.

4.3.2 Operações de manuseio

Este requisito da NBR 10821 (ABNT, 2017) exige que a esquadria testada passe por vários testes de manuseio, uma sequência de ciclos de aberturas garantindo o funcionamento do sistema, sendo ele de correr, giro, maxim-ar, entre outros. Estas operações são garantidas

através de componentes como dobradiças, pivôs, roldanas, fechaduras, guarnições normalmente projetadas especialmente para o sistema. Porém estes componentes são fornecidos por várias empresas, algumas homologadas pelos sistemistas, outras não.

Diante das respostas dos profissionais e conforme as normas descritas no item 2.5, é importante que os projetistas e fabricantes de esquadrias de alumínio tomem alguns cuidados para especificar os componentes das esquadrias de alumínio como por exemplo:

- a) verificar junto ao sistemista a lista de fornecedores homologados;
- b) solicitar ao fornecedor, homologado ou não, laudos técnicos dos testes de desempenho conforme as normas específicas dos produtos;
- c) utilizar somente componentes projetados para a linha específica;
- d) obedecer as limitações destes componentes quanto a limite de peso, e dimensões das folhas onde serão instalados.
- e) avaliar a possibilidade de compra dos componentes pelos sistemistas para se eximir da responsabilidade sobre eles;
- f) descrever no memorial descritivo as opções de fornecedores para aquisição dos componentes.

4.3.3 Resistência as Cargas Uniformemente Distribuídas

Um dos requisitos mais importante das NBR 10821 (ABNT, 2017), se existe um de maior importância, é o requisito de Resistência às Cargas Uniformemente Distribuídas, conforme abordado no item 2.6.3, este requisito testa a capacidade do perfil suportar as cargas de vento, ou demais cargas que estiver submetido. Foi constatado que nem todos os catálogos técnicos fornecem as informações das características geométricas dos perfis, e que alguns não possuem ou possuem de uma forma restrita os diagramas de montagens, itens que auxiliam ao fabricante de esquadrias de alumínio ou projetistas a fazer o dimensionamento dos perfis.

A capacidade dos perfis as cargas uniformemente distribuídas pode ser verificada pelo fabricante ou projetista de esquadrias de alumínio, através de cálculos numéricos, planilhas ou gráficos, é possível analisar qual perfil deve ser utilizado na composição da esquadria.

Relatado pelo profissional da Empresa A, muitos fabricantes e projetistas, acabam especificando suas esquadrias pela “experiência”, e devido a grande variação de carga de vento, área de influência de cada modelo, tipo de fixação, esta experiência tem uma grande chance de ser falha. Mas qual o motivo desta especificação ser feita apenas pela experiência? O que constatamos nesta pesquisa foi que nem todos os catálogos técnicos fornecem as informações necessárias para auxiliar nesta especificação. A solução seria entrar em contato com os sistemistas, conforme resposta do profissional da Empresa B, para se obter o resultado através da sua equipe técnica, ou, investir em profissionais capacitados para fazer esta verificação.

4.4 ESPECIFICAÇÃO DOS VIDROS

Para que uma esquadria esteja especificada corretamente é preciso que os vidros estejam de acordo com a NBR 7199 (ABNT, 2016). A escolha do vidro quanto aos modelos de transparência, coloração, absorção térmica, deve ser feita em conjunto com os demais especificadores, arquitetura e/ou cliente final.

Para especificação das demais características técnicas dos vidros, é necessário que seja feita uma avaliação, inicialmente quanto a sua aplicação, utilizando os requisitos e o quadro da Figura 26, item 2.7.4, da NBR 7199 (ABNT, 2016), é necessário identificar o tipo de vidro conforme item 2.7.2 que poderá ser utilizado na condição onde a esquadria será instalada seguindo as aplicações normativas precisam possuir, vidro temperado, laminado, aramado ou insulado composto por um dos vidros anteriores.

4.5 FERRAMENTAS PARA AUXÍLIAR NA ESPECIFICAÇÃO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

Foi percebido durante a pesquisa que é possível desenvolver algumas ferramentas, planilhas de cálculo para auxiliar na especificação e dimensionamento de esquadrias de alumínio utilizando os requisitos da NBR 10821 (ABNT, 2017) e da NBR 7199 (ABNT, 2016) e, alguns conceitos de engenharia. Quando a informação não está de fácil acesso, a tendência natural é que seja utilizado da prática, da experiência para se fazer uma

especificação, muitas vezes direcionando os produtos para os que são mais conhecidos, em alguns casos, superdimensionando os materiais utilizados.

Com as ferramentas a mão dos profissionais, o dimensionamento correto dos materiais é mais rápido e mais seguro, portanto foram criadas três ferramentas:

- a) planilha para cálculo da pressão de vento;
- b) planilha para dimensionamento da espessura dos vidros;
- c) planilha para dimensionamento de perfis;

Para cálculo da pressão de vento foi criado uma planilha utilizando o software Microsoft Excel, onde é possível fazer o cálculo da pressão de vento utilizando os critérios da NBR 6123 (ABNT, 1988), através do método de coeficiente de arrasto (C_a) sendo o mais adequado para edificações de múltiplos andares.

Com esta ferramenta e os dados da obra, é possível em poucos minutos obter as pressões de vento para os demais dimensionamentos e futuros ensaios das esquadrias de alumínio. Com intuito de auxiliar no dimensionamento da espessura dos vidros pelos próprios especificadores, fabricantes de esquadrias de alumínio ou projetistas foi criado uma planilha também via Microsoft Excel, validar a espessura do vidro através das suas condições de aplicação.

Todos os parâmetros para criação da planilha foram através das informações da NBR 7199 (ABNT, 2016), os testes para validação dos cálculos foram feitos utilizando os exemplos de cálculos anexos a norma.

A planilha foi criada em um layout para que se possa ser entregue como relatório para que o fabricante ou usuário possa comprovar ao seu cliente que seu produto está sendo dimensionado utilizando os parâmetros das normas técnicas.

Da mesma forma que a planilha de pressão de vento, é possível que o usuário faça o dimensionamento em poucos minutos, e que tenha em mãos um documento para comprovação da sua especificação conforme NBR 7199 (ABNT, 2016).

Para auxiliar nesta especificação foi criado uma planilha para ajudar no dimensionamento destes perfis, mas para a utilização desta, é necessário que seja utilizada por um profissional qualificado, técnicos ou engenheiros, caso contrário, o usuário deve receber um treinamento para saber identificar na esquadria que está sendo especificada alguns conceitos de engenharia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa conseguiu alcançar o objetivo geral. E, para o seu alcance, foram avaliados todos os requisitos da NBR 10821 (ABNT, 2017) e da NBR 7199 (ABNT, 2016) importantes para se especificar uma esquadria de alumínio, além de buscar embasamento em órgãos que gerenciam o setor como AFEAL e CBIC.

O primeiro objetivo específico, conseguiu ser alcançado para isto, foram utilizados os requisitos da NBR 10821 (ABNT, 2017) e NBR 7199 (ABNT, 2016) para avaliar os catálogos técnicos, que são a base de informações repassadas pelos Sistemistas, empresas que projetam, fazem a extrusão, a distribuição e o controle de esquadrias de alumínio, fachadas entre outros materiais para construção civil. Foi realizada a pesquisa em quatro empresas que atuam no mercado brasileiro. Através desta pesquisa foram identificadas as informações contidas neste material, as demais que na grande maioria dos catálogos não eram fornecidas, foram pontos para o questionamento aplicado ao segundo objetivo específico.

Para conseguir as informações que não estavam presentes nos catálogos técnicos, foi realizado um questionário a quatro profissionais, um de cada sistema para identificar os métodos de atender aos requisitos que não foram encontrados nos catálogos técnicos e não são obtidos por cálculos numéricos. Constatou-se a necessidade de se avaliar ensaios e relatórios já realizados anteriormente e buscar informações junto a estas empresas como: ensaios em laboratórios já realizados, lista de fornecedores homologados, lista de resultados obtidos através de ensaios de atenuação acústica, entre outras.

Foram identificadas algumas dificuldades e para atender ao terceiro objetivo específico, foram demonstradas algumas ferramentas para auxiliar os fabricantes de esquadrias de alumínio e projetistas especificar os materiais, as ferramentas são planilhas em software disponíveis que podem ser criadas internamente ou solicitadas a profissionais da área. As ferramentas demonstradas por esta pesquisa são capazes de fazer a identificação da pressão de vento atuante na obra, o dimensionamento da espessura dos vidros e o dimensionamento dos perfis para atender tais pressões.

Conclui-se com este estudo que os profissionais que atuam na especificação de esquadrias de alumínio, fabricantes ou projetistas, seja para consumidor final, construtoras ou incorporados, precisam estar por dentro das normas técnicas, não somente no momento da

especificação do seu produto, mas também na escolha dos fornecedores, na metodologia de logística, nos métodos de fabricação e instalação.

A qualificação, seja ela do fabricante ou projetista, exige que estes estejam sempre em contato com os sistemistas, associações e alterações das normas, obtendo materiais para melhorar o comportamento de seus produtos, criando bibliotecas de ensaios em laboratório para que seja usado como comparativo para novas especificações, e até mesmo em trocas de experiências. É importante que seja investido em profissionais qualificados, pequenos e grandes empresas precisam investir em engenharia para garantir a qualidade de seus produtos.

A importância das esquadrias de alumínio para a construção de alumínio é cada vez mais aparente, é importante que toda a cadeia da construção civil tenha essa consciência, exigindo produtos qualificados com atendimento ao desempenho exigido pelas edificações.

Sugere-se para futuras pesquisas a criação de novas ferramentas para auxiliar fabricantes e projetistas de esquadrias de alumínio para especificar, testar e validar seus materiais, ou até mesmo, a análise estrutural de esquadrias de alumínio e fachadas pele de vidro com intuito de criar embasamento para futuros softwares para cálculo específicos que são raros no mercado.

REFERÊNCIAS

ABRAVIDRO, Associação Brasileira de Distribuidores e Processadores de Vidros Planos. **Panorama do setor vidreiro: levantamento inédito e exclusivo**, São Paulo, 24/07/2012. Disponível em: <<http://abravidro.org.br/punoticias/panorama-do-setor-vidreiro-levantamento-inedito-e-exclusivo/>>. Acesso em 24 Mar. 2017.

AFEAL; **Como especificar corretamente as esquadrias, com base no atendimento às normas ABNT NBR 10821-2 Esquadrias para edificações e ABNT NBR 15575-4**, 2015, São Paulo. Disponível em: <<http://afeal.com.br/EAD/?p=54/>> Acesso em: 15/03/2018

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 10821-1** - Esquadrias externas e internas – Terminologia: Rio de Janeiro 2. ed. 2017.

_____. NBR 10821-2 - Esquadrias externas e internas - Requisitos e classificação: Rio de Janeiro. 2. ed. 2017.

_____. NBR 10821-3 - Esquadrias externas e internas – Métodos de ensaio: Rio de Janeiro. 2. ed. 2017.

_____. NBR 10821-4 - Esquadrias externas e internas - Requisitos adicionais de desempenho: Rio de Janeiro. 2. ed. 2017.

_____. NBR 15575-4 – Edificações habitacionais – Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas: Rio de Janeiro. 4. ed. 2013.

_____. NBR 6123-1988 - Forças devidas ao vento em edificações: Rio de Janeiro. 1988

_____. NBR 7199 - Vidros na Construção Civil - Projeto, execução e aplicações: Rio de Janeiro. 2. ed. 2016.

BUENO, Jocian Machado. **Psicomorricidade – Teoria & Prática**. São Paulo: Lovise, 1998.

CARDOSO, Antônio B. **Esquadrias de Alumínio no Brasil, Histórico, Tecnologia, Linhas atuais, Gráficos de Desempenho**. São Paulo: ProEditores, 2004.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Esquadrias para edificações, desempenho e aplicações: orientações ara especificação, aquisição, instalação e manutenção**. Brasília: CBIC/SENAI, 2017.

FERRAZ, Fernando F e Rodrigo M. **Quais são as diferenças entre vários tipos de esquadrias**, São Paulo, 04/06/2010. Disponível em: < <http://casaeimoveis.uol.com.br/tire-suas-duvidas/arquitetura/quais-sao-as-diferencas-entre-os-varios-tipos-de-esquadrias.jhtm> >. Acesso em 26 Mar. 2017.

FONSECA, J.J.S. **Metodologia de pesquisa científica**. 4. ed. São Paulo. Atlas.1987.

GIL, Antônio Carlos, **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MAZZAROTTO, ANA CAROLINA ELIZABETH KOLB MAZZAROTTO, **Uso do sistema de fachadas duplas ventiladas em edifícios em Curitiba**, 2011, Curitiba – PR. Disponível em: <http://www.prppg.ufpr.br/ppgecc/wp-content/uploads/2016/files/dissertacoes/d0159.pdf> Acesso em: 02 Abr 2017.

NAKAMURA, Juliana. Especial PINI 60 anos – Fachada cortina. **Revista AU**, Pini, 2008. Disponível em: <http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/166/artigo70733-1.asp>. Acesso em: 15 Mai 2017.