UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

MARCELO PEREIRA

MATHEUS MIRANDA DA SILVA

JANELAS DE ALUMÍNIO:
ANÁLISE DE ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DAS NORMAS ABNT NBR 10821:2017 E ABNT NBR 15575:2013

Tubarão

2017

MARCELO PEREIRA
MATHEUS MIRANDA DA SILVA

JANELAS DE ALUMÍNIO:
ANÁLISE DE ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DAS NORMAS ABNT NBR 10821:2017 E ABNT NBR 15575:2013

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof.ª Esp. Norma Beatriz Camisão Schwinden.

Tubarão
2017

MARCELO PEREIRA
MATHEUS MIRANDA DA SILVA

JANELAS DE ALUMÍNIO: ANÁLISE DE ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DAS NORMAS ABNT NBR 10821:2017 E ABNT NBR 15575:2013

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 29 de novembro de 2017.

Professor e orientador Norma Beatriz Camisão Schwinden, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Professor Murilo Raul Martins, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Engenheiro Elton Costa Gomes, Bel.
Arconic Ind. e Com. de Metais

Dedicamos aos pais, pois nunca mediram esforços pela nossa felicidade. E dedicamos também, aos professores por todo empenho em nos transmitir o conhecimento.

AGRADECIMENTOS

A jornada ainda não chegou ao fim, mas este é um momento impar nesta incursão no curso de Engenharia Civil. Então esta é uma oportunidade ímpar, de parar e agradecer.

Agradecer a Deus, acima de tudo e de todos, pela saúde, e pela força para não esmorecer diante as dificuldades e percalços que surgiram nesta caminhada. Muito obrigado meu bom Deus.

Agradecer a meu pai Sílvio Pereira, que foi a grande inspiração e motivação para o iniciar desta caminhada. Ele que foi em busca de seu sonho, e aos 60 anos de idade colou grau de bacharel em Direito, e com propriedade tornou-se advogado.

Agradecer a minha esposa Elaine Corrêa, e ao meu filho João Marcelo, pelo incentivo, pela paciência nos maus momentos, nas ausências, na falta de atenção. Muito obrigado por vocês existirem.

Agradeço a minha mãe Armeli de Campos, por toda a torcida, e pelas orações. Até aqui nos abençoou o Senhor.

Aos amigos Luciano Corrêa, Oto Miguel e Tadeu Jair, deixo um agradecimento especial e carinhoso. Estes foram fundamentais para que esta caminhada prosseguisse, talvez sem vocês esse momento não fizesse parte da minha vida. Muitíssimo obrigado, vocês foram e são espetaculares.

Aos meus irmãos, que sempre tiveram uma palavra de carinho e motivação, como também a meus familiares e amigos, especialmente aos amigos de trabalho da Arconic.

A todo corpo docente do curso de Engenharia Civil da Unisul, pelo conhecimento transmitido, não só o conhecimento acadêmico, mas também lições da vida que foram compartilhadas, e em especial ao professor Gercino Preve, que motivou e incentivou o continuar desta caminhada.

Agradeço aos acadêmicos que compartilharam seus conhecimentos, e amizade.

Agradeço a professora e orientadora Norma Beatriz, que indescritivelmente nos orientou nesta etapa acadêmica.

E por fim agradeço ao amigo Matheus Miranda, que encarou este desafio comigo, e desempenhou um papel fundamental para que trabalho acontecesse. Muito obrigado pela energia, pelo companheirismo, e pela paciência, você foi extraordinário.

Muito obrigado a todos.

Marcelo Pereira

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que nos concede a vida e a capacidade para alcançarmos projetos como esse.

À minha esposa, Letycia, que sempre esteve ao meu lado me apoiando e me dando forças nas horas difíceis, e por todos os momentos de paciência nas horas em que estive ausente por conta da faculdade.

À minha mãe, Maria, que é um grande exemplo de perseverança para mim, que me proporcionou a realização desse curso e por todo o conselho e apoio dedicados a mim.

Ao meu pai, Rodney, que sempre me incentivou nos estudos.

Ao meu irmão, Paulo, que esteve sempre disposto a me ajudar e a me apoiar para a conclusão dessa graduação.

A todos os demais familiares, que se mostraram dispostos a darem palavras de ânimo e conforto.

Aos amigos e colegas da vida e da faculdade, por todos os momentos vividos e por toda as experiências passadas.

À professora e orientadora, Norma Beatriz, que estava sempre disposta a nos ajudar na realização desse trabalho e por todo o conhecimento a nós repassados.

Ao meu amigo e também autor do presente trabalho, Marcelo Pereira, por toda a contribuição e conhecimentos compartilhados para a conclusão deste estudo.

E a todos que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho fosse possível.

Matheus Miranda da Silva

“A maior recompensa para o trabalho do homem não é o que ele ganha com isso, mas o que ele se torna com isso.” (John Ruskin).

RESUMO

A aplicação de janelas de alumínio nas edificações, representa um percentual relevante em relação aos demais materiais como: o aço, a madeira e o PVC. Dados comprovam que na região litorânea de Santa Catarina, os grandes empreendimentos têm aplicado, quase que em sua totalidade, janelas de alumínio. Porém o conhecimento, e as práticas utilizadas por parte dos envolvidos na aplicação de janelas de alumínio, ainda não é homogêneo, e algumas vezes não é o mais correto. O mercado de esquadrias de alumínio é composto por diferentes tipos de fabricantes: fabricantes de perfis de alumínio para sistemas de esquadrias, fabricantes de esquadrias padronizadas, fabricantes de esquadrias homologadas, fabricantes de esquadrias não homologadas, entre outros. As normas ABNT NBR 10821:2017 (Esquadrias para Edificações) e ABNT NBR 15575:2013 (Edificações Habitacionais – Desempenho), estabelecem parâmetros e particularidades referentes às esquadrias, para que haja um padrão, e essas apresentem os níveis mínimos de desempenho desejados. Este trabalho apresenta revisão bibliográfica da norma supracitada, além de outras normas e literaturas que a complementam, apresentando conceitos, níveis de desempenho, indicações de manutenção e conservação, instruções de instalação, dentre outros. Percebe-se uma carência de conhecimento sobre as normas técnicas referentes as janelas de alumínio, complementando este trabalho, buscou-se evidenciar o cumprimento ou não das normas, por meio de pesquisa de campo aplicada junto aos fabricantes de esquadrias e construtores.

Palavras-chave: Janelas de alumínio. Esquadrias para edificações. Norma técnicas.

ABSTRACT

The application of aluminum windows' frame in buildings, represents a relevant percentage in relation to other materials such as: steel, wood and PVC. Market researches shows that in the coastal line region of Santa Catarina, most of the real estate developments have been built almost entirely with aluminum windows' frame. However, the knowledge and practices used by the professionals is still not homogeneous, and sometimes is not the most correct. The aluminum frame market includes many different types of manufacturers: manufacturers of aluminum profiles for window's frames, manufacturers of standard frames, manufacturers of approved frames, manufacturers of not approved frames, among others. The standards ABNT NBR 10821:2017 (Frames for Buildings) and ABNT NBR 15575:2013 (Housing Buildings – Performance), establishes parameters and peculiarities regarding frames, so there is a standard, and these presents the minimum required levels of performance. This work presents a study review of the mentioned standard and others as well as literature that complements it, presenting concepts, performance levels, maintenance and conservation indications, installation instructions, among others. It is noticed a lack of knowledge about the technical norms related to aluminum windows' frame, complementing this work, it was intent to show the compliance or not of the norms through field research, manufacturers and constructors.

Keywords: Aluminum Windows' frame. Aluminum profiles frame. Standard techniques.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Principais elementos de liga e classificação das ligas de alumínio. 28
Figura 2 – Tipos de perfis. 30
Figura 3 – Prensa para extrusão. 31
Figura 4 – Processo de extrusão. 32
Figura 5 – Esquema e posicionamento para verificação do acabamento. 34
Figura 6 – Cores produto anodizado. 35
Figura 7 – Altura mínima peitoril janela abertura para exterior. 42
Figura 8 – Esquema geral de uma esquadria e seus elementos. 43
Figura 9 – Esquema geral de um vão e seus elementos. 44
Figura 10 – Modelo de etiqueta de informações e preenchimento de etiqueta. 54
Figura 11 – Gráfico das isopletas da velocidade básica do vento (V0), em m/s, no Brasil, conforme a ABNT NBR 6123 (Força devidas ao vento em edificações). 55
Figura 12 – Modelo de armazenamento horizontal de esquadrias. 59
Figura 13 – Modelo de armazenamento vertical das esquadrias. 59
Figura 14 – Condições de exposição conforme as regiões brasileiras. 64
Figura 15 – Zoneamento bioclimático brasileiro. 67
Figura 16 – Zoneamento bioclimático brasileiro para análise do nível de conforto térmico. 69
Figura 17 – Modelo de etiqueta de indicação do desempenho térmico de esquadrias. 70
Figura 18 – Modelo de etiqueta de informações e preenchimento de etiqueta. 74

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – PIB Brasil X PIB Construção Civil. 24
Gráfico 2 – Principais elementos abundantes na crosta terrestre. 25
Gráfico 3 – Porcentagem de fabricantes homologados. 84
Gráfico 4 – Principais tipos de materiais utilizados nas janelas pelas construtoras da região. 88
Gráfico 5 – Principais critérios utilizados pela empresa para a escolha do material das janelas. 89
Gráfico 6 – Acabamento das janelas de alumínio. 90
Gráfico 7 – Tipos de janelas utilizadas, quanto as dimensões..... 90
Gráfico 8 – Construtoras que compram de fornecedores homologados..... 91
Gráfico 9 – Atendimento a instrução normativa para limpeza das janelas de alumínio. 94
Gráfico 10 – Atendimento a instrução normativa quanto a manutenção. 95
Gráfico 11 – Garantias..... 96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Propriedades físicas do alumínio. 28
Tabela 2 – Valores de pressão de vento conforme a região do país e o número de pavimentos da edificação. 56
Tabela 3 – Estanqueidade à água de vedações verticais externas (fachadas) e esquadrias. 65
Tabela 4 – Transmitância térmica de paredes externas. 66
Tabela 5 – Capacidade térmica de paredes externas. 66
Tabela 6 – Níveis de desempenho das esquadrias. 69
Tabela 7 – Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, Dnt,w, entre ambientes 72
Tabela 8 – Níveis de desempenho das esquadrias. 73
Tabela 9 – Prazos de vida útil de projeto 75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Espessura da camada anódica. 33
Quadro 2 – Espessura dos revestimentos com tinta em pó 36
Quadro 3 – Classificação das janelas quanto ao seu movimento. 38
Quadro 4 – Tipos de vãos e instalação. 44
Quadro 5 – Tipos de vidro 45
Quadro 6 – Níveis de desempenho das esquadrias quanto ao seu uso (janelas). 57
Quadro 7 – Classificação dos materiais tendo como base o método ABNT NBR 9442 61
Quadro 8 – Classificação dos materiais tendo como base o método EN 13823. 62
Quadro 9 – Condições de ensaio de estanqueidade à água de sistemas de vedações verticais externas. 64
Quadro 10 – Área mínima de ventilação em dormitórios e salas de estar 68
Quadro 11 – Parâmetros acústicos de verificação. 71
Quadro 12 – Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{2mn,nTw}$, da vedação externa de dormitório. 72
Quadro 13 – Prazos de garantia. 78
Quadro 14 – Como os fabricantes controlam a qualidade do material utilizado na fabricação das esquadrias de alumínio. 83
Quadro 15 – Principais dificuldades de instalação encontradas nas obras. 85
Quadro 16 – Recomendações de manutenção dadas pelas empresas fabricantes. 86
Quadro 17 – Tipos de defeitos cobertos pela garantia e prazos de garantia. 87
Quadro 18 – Principais patologias. 92

LISTA DE SIGLAS

ABAL - Associação Brasileira do Alumínio

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

AFEAL - Associação Nacional de Fabricantes de Esquadrias de Alumínio

CB - Comitês Brasileiros

CBA - Companhia Brasileira de Alumínio

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CDC - Código de Defesa do Consumidor

CEEE - Comissão de Estudo Especial de Esquadrias

CPAA - Companhia Paulista de Artefatos de Alumínio

CT - Capacidade Térmica

EN - Norma Europeia

ISO - *International Organization for Standardizatio*

PBQP-H - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat

PIB - Produto Interno Bruto

PSQ - Programa Setorial da Qualidade

PVC - Policloreto de Vinila

SGQ - Sistema de Gestão da Qualidade

TRRF - Tempo Requerido de Resistência ao Fogo

UNIDADES DE MEDIDAS

°C - grau Celsius

dB - decibéis

g/cm³ - grama por centímetro cubico

h - hora

L/ m²/min - Litro por metro quadrado por minuto

m - metro

m² - metro quadrado

m/s - metro por segundo

mg/cm² - miligrama por centímetro quadrado

min - minuto

mm - milímetro

MPa - megapascal

µm - micrometro

Pa - pascal

s - segundo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **17**
1.1 JUSTIFICATIVA 18
1.2 OBJETIVOS 20
1.2.1 Objetivo Geral **20**
1.2.2 Objetivos Específicos **20**
1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 20
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO 21
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA **23**
2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL 23
2.2 O ALUMÍNIO 25
2.2.1 Alumínio no Brasil **26**
2.2.2 Propriedades mecânicas **27**
2.2.3 Processo de produção **29**
2.3 ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO 37
2.3.1 Classificação das esquadrias **37**
2.3.2 Vão **43**
2.3.3 Vidros **45**
2.3.4 Sistemas produtivos **48**
2.4 NORMATIZAÇÃO 49
2.4.1 ABNT NBR 15575:2013 (Edificações Habitacionais – Desempenho) **50**
2.4.2 ABNT NBR 10821:2017 (Esquadrias para Edificações) **52**
2.4.3 Requisitos **60**
2.5 ESPECIFICAÇÃO DAS JANELAS DE ALUMÍNIO 78
3 PESQUISA DE CAMPO **80**
3.1 ANÁLISE DE MANUAL DO PROPRIETÁRIO 80
3.2 PESQUISA FABRICANTES DE JANELAS DE ALUMÍNIO 81
3.3 PESQUISA CONSTRUTORES 82
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS **83**
4.1 ANÁLISE PESQUISA FABRICANTES 83
4.2 ANÁLISE PESQUISA CONSTRUTORES 88
4.3 MANUAL DO PROPRIETÁRIO: ANÁLISE DO ATENDIMENTO ÀS NORMAS ABNT NBR 5674:2012, ABNT NBR 15575:2013, E ABNT NBR 10821:2017 93

4.3.1 Análise do manual do proprietário: Limpeza das janelas de alumínio.....93
4.3.2 Análise do manual do proprietário: Manutenção das janelas de alumínio 94
4.3.3 Análise do manual de proprietário: Garantia das janelas de alumínio 95
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....98
5.1 CONCLUSÃO 98
5.2 INDICAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 99
REFERÊNCIAS 100
ANEXOS 106
ANEXO A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS FABRICANTES DE JANELAS DE ALUMÍNIO.....107
ANEXO B – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS CONSTRUTORES.....109

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem apresentado consideráveis mudanças nos últimos anos, empregando novas tecnologias e trazendo cada vez mais inovações. As esquadrias são elementos que acompanham esta inovação, sendo fundamentais para o bom desempenho dos projetos, pois são de suma importância para o conforto térmico, acústico e lumínico, além de agregar sofisticação e designer. Este estudo tem como tema principal as janelas de alumínio e seus acessórios, apresentando parâmetros de projeto, fabricação, instalação e manutenção, para que estas apresentem o desempenho especificado pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Segundo Wissenbach (2008), até meados da década de 1950, os construtores e arquitetos desenhavam as esquadrias, de ferro ou de madeira, que iriam utilizar em suas obras.

No Brasil, as esquadrias fabricadas a partir do alumínio tiveram seu primeiro grande impulso na década de 1960, com a construção de Brasília e outras grandes obras governamentais (FILHO, 2008). Naquele tempo as normas que definiam os parâmetros mínimos de qualidade ainda não existiam; não eram feitos ensaios de estanqueidade à água e ao ar, também não eram feitos testes de resistência mecânica e de esforço.

O mercado permaneceu nesse rumo até a década de 1980, quando a construção civil entrou em recessão. As grandes obras desapareceram e entraram em cena os programas habitacionais. A concorrência nesse mercado recessivo levou ao comprometimento da qualidade do produto em favor da redução dos custos de fabricação (FILHO, 2008).

A partir desse crescimento viu-se a necessidade de se criar uma associação, e em 1983 foi criada a Associação Nacional de Fabricantes de Esquadrias de Alumínio (AFEAL), com o intuito de resgatar a qualidade das esquadrias de alumínio e defender os interesses de seus fabricantes.

A ABNT publicou em 1989 também a NBR 10821 (Esquadrias Externas para Edificações) que discorre sobre: terminologia, classificação e desempenho, e métodos de ensaio. Para o presente trabalho utilizou-se a versão mais atualizada publicada em 2017.

Regulando ainda mais as exigências, em 2007, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) disponibilizou para consulta pública a primeira edição da Norma de Desempenho NBR 15.575 (Edificações Habitacionais - Desempenho), tendo sua primeira publicação em 2008. Porém após vários julgamentos sobre correções e aperfeiçoamento ela foi atualizada em 2013.

A ABNT NBR 15575:2013 é organizada em: requisitos gerais, requisitos para os

sistemas estruturais, requisitos para os sistemas de pisos, requisitos para os sistemas de vedações verticais, requisitos para os sistemas de cobertura e requisitos para os sistemas hidrossanitários.

Desta forma, este trabalho buscou responder ao seguinte problema:

Os fabricantes de janelas de alumínio e os construtores civis, atualmente, estão seguindo as normas ABNT 10821:2017 (Esquadrias para Edificações) e ABNT NBR 15575:2013 (Edificações Habitacionais – Desempenho), de modo a atender seus requisitos mínimos de conforto e segurança?

E ainda, qual o procedimento necessário, que os consumidores devem adotar, para se escolher uma esquadria que atenda a esses requisitos?

1.1 JUSTIFICATIVA

As esquadrias desempenham um importante papel nas edificações, por meio destas permite-se a entrada de luz e vento nos ambientes. Para que tal ocorra, algumas vezes as esquadrias desempenham papel estrutural, tendo assim uma função relevante em uma edificação.

Sendo, as esquadrias, um elemento relevante na escolha de um imóvel, estas constituem um fator determinante no processo de decisão de compra de um consumidor. Conforme o perfil do mercado atual o cliente final é o principal fiscal responsável pela cobrança da melhora desses produtos (MENDES, 2006).

Por outro lado, existe também um quesito muito importante, a segurança que estes produtos devem oferecer. Uma esquadria com falhas de projeto, fabricação, instalação ou manutenção pode acarretar sérios danos à saúde dos usuários.

Em notícia publicada pela AFEAL, em 31 de dezembro de 2015 um guarda-corpo de vidro caiu do terraço de um edifício residencial na rua 3600, em Balneário Camboriú – SC. A peça acabou por atingir e ferir uma pedestre que andava pela calçada.

O alumínio tem se tornado cada vez mais presente na produção de esquadrias, devido a sua versatilidade em adequar-se a diversas necessidades, alta resistência à corrosão, leveza, sustentabilidade, entre outros fatores. E com esta crescente busca, estabeleceram-se relações diferentes na cadeia produtiva dos perfis de alumínio, e consequentemente dos fabricantes de esquadrias de alumínio.

Assim é que segundo Travassos (2010), até os anos 90 os perfis de alumínio eram fabricados em sua maioria por grandes indústrias, porém com a abertura para importação

ocorrida, viabilizou-se a compra de pequenas extrusoras para a produção de perfis de alumínio.

O crescimento deste mercado, aumentou consideravelmente o número de fabricantes, mas alguns destes fabricantes não desenvolveram ou seguiram padrões que pudessem garantir a qualidade dos produtos fornecidos, comprometendo a cadeia produtiva das esquadrias de alumínio, e as esquadrias propriamente ditas (TRAVASSOS, 2010).

A mesma deficiência apresentada na fabricação das esquadrias, de acordo com Reis (2006), pode encontra-se também na montagem em obra propriamente dita, pois a deficiência e má qualidade da mão de obra para instalação das esquadrias é algo que incide sobre o desempenho das esquadrias.

Toda essa expansão no mercado de esquadrias de alumínio, aumentou consideravelmente a oferta de produtos no mercado, com o surgimento de novas tecnologias, novos produtos, novos métodos entre tantos outros. Se por um lado os grandes fabricantes possuem projetos, e investem na padronização e certificação, do outro lado temos os pequenos fabricantes, que muitas vezes dominam a tecnologia, conhecem os métodos, porém não dão a garantia ou certificação de seus produtos conforme as normas, corroborando com o pensamento de Travassos (2010).

No final da cadeia produtiva das esquadrias, entre o montador e o consumidor, está o construtor, tendo sob sua responsabilidade também as esquadrias.

Os profissionais da construção civil, por sua vez, precisam desenvolver e ampliar o conhecimento sobre os materiais, as técnicas e tecnologias, de modo a promover a racionalização do seu uso (REIS, 2011).

Sendo assim cabe ao responsável técnico, ter conhecimento sobre os diferentes tipos de esquadrias e suas particularidades, bem como das exigências definidas pelas normas ABNT NBR 10821:2017 e ABNT NBR 15575:2013. Não menos importante é o profissional se resguardar com certificações que possam lhe propiciar rastreabilidade da cadeia produtiva da esquadria adquirida, a fim de obter garantia dos produtos, estabelecendo assim, sempre que necessário, um elo entre o fabricante e o consumidor final.

E por fim, está o consumidor, que será o usuário das esquadrias, sendo o responsável pela manutenção, e quem infortunadamente poderá conviver com as manifestações patológicas apresentadas por estes produtos ou resultantes de sua inadequada instalação.

Este trabalho teve como objetivo apresentar as definições da ABNT NBR 10821:2017 e ABNT NBR 15575:2013, para que os construtores possam, além de serem

responsáveis pelo sistema de esquadrias, terem um conhecimento sobre os diferentes tipos e formas de aplicações das esquadrias de alumínio, a partir de parâmetros de projeto, fabricação, instalação, e manutenção do sistema de esquadrias, buscando evitar ou minimizar a ocorrência de patologias.

1.2 OBJETIVOS

Para esta pesquisa foram estabelecidos os objetivos a seguir apresentados.

1.2.1 Objetivo Geral

Identificar, mediante análise detalhada, os requisitos mínimos indicados pelas ABNT NBR 15575:2013 e ABNT NBR 10821:2017, para janelas de alumínio nas edificações.

1.2.2 Objetivos Específicos

a) Apresentar parâmetros que permitam especificar corretamente as janelas de alumínio, em função do desempenho desejado;
b) Analisar o cumprimento das normas em estudo por parte dos fabricantes de esquadrias e construtores;
c) Analisar as recomendações de manutenção das janelas de alumínio, que os construtores e/ou fabricantes, recomendam aos usuários, verificando estas recomendações nos manuais de proprietários.

1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Metodologia pode ser definida como o estudo dos meios investigativos para se realizar uma pesquisa científica, a fim de alcançar os objetivos da mesma, segundo Fonseca (2002).

Visando cumprir o objetivo proposto foi realizado uma pesquisa exploratória, do tipo pesquisa bibliográfica, que de acordo com Lakatos e Marconi (2006), trata-se do estudo de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita. Com o objetivo de colocar o pesquisador em contato direto com tudo aquilo

que foi escrito sobre determinado assunto.

Ainda segundo Lakatos e Marconi (2006), a pesquisa bibliográfica compreende oito fases distintas:

a) escolha do tema;
b) elaboração do plano de trabalho;
c) identificação;
d) localização;
e) compilação;
f) fichamento;
g) análise e interpretação;
h) redação.

Desta forma, para a elaboração deste trabalho, foram utilizados como meios de pesquisa bibliográfica livros, artigos, NBR e materiais disponibilizados na internet. E para complementação, e constatação da aplicação da literatura estudada, foi feito uma pesquisa de campo.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, tendo a parte final complementada pelas referências bibliográficas.

O primeiro capítulo será composto pela introdução, juntamente com a justificativa, objetivos que se pretende alcançar, procedimentos metodológicos seguidos para a elaboração do presente trabalho e a sua estruturação.

O segundo capítulo traz a fundamentação teórica para o desenvolvimento do trabalho, apresentando contextualização da construção civil, apresentação do metal alumínio, e sua aplicação para a fabricação de esquadrias de alumínio, as normas técnicas consultadas, e literaturas. Este capítulo apresenta ainda os aspectos técnicos de referência para a especificação de esquadrias.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia aplicada para as pesquisas de campo, onde objetiva-se obter dados para constatação do cumprimento das normas abordadas.

O quarto capítulo apresenta os dados obtidos por meio das pesquisas de campo, fazendo uma análise destes dados, e confrontando-os com as normas técnicas abordadas.

Já o quinto capítulo expõe as conclusões obtidas referentes ao estudo feito, verificando o cumprimento dos objetivos propostos e os conhecimentos adquiridos.

A bibliografia, com a relação completa dos títulos, referências bibliográficas e páginas eletrônicas consultadas para a elaboração deste trabalho, apresenta-se na parte final deste trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para que os objetivos deste trabalho sejam atingidos, realizou-se uma pesquisa sobre os temas fundamentais, para se obter um conhecimento mais agudo sobre as janelas de alumínio, os processos as quais estas estão envolvidas e sua contextualização na construção civil no Brasil.

2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL

Desde o princípio da história, a vida do homem esteve atrelada a necessidade de transformar, construir o ambiente ao seu redor, contempla Reis (2006), e salienta ainda que, mesmo que por muito tempo tenha utilizado lugares prontos para morar como as cavernas, sempre houve a necessidade de adequá-las as suas necessidades, podendo então afirmar que a habilidade de construir e otimizar ambientes faz parte da natureza humana.

Assim também, desde os primórdios, quando os povos começaram a se sedentarizar, os primeiros refúgios e resquícios do que se podem chamar de primeiras moradias são caracterizados por serem constituídos de aberturas, sejam designados para entrada, saída, proteção, circulação ou para iluminação. Antigamente meramente com caráter funcional, hoje as aberturas, que são preenchidas com o que chamamos de esquadrias, são elementos que possuem caráter estético e possibilitam um maior conforto ao produto final (RODRIGUES, 2015).

O processo evolutivo dos métodos aplicados é constante, assim a pedra e o barro deram lugar ao concreto armado, às estruturas de aço que arranham o céu deste planeta, a construção civil é integrada por uma série de atividades com diferentes graus de complexidade, ligadas entre si por uma vasta diversificação de produtos, com processos tecnológicos variados, vinculando-se a diferentes tipos de demanda (MELLO; AMORIN, 2009).

A indústria da construção civil tem passado por grandes transformações ao longo dos anos. Cada vez mais surgem inovações, os clientes exigem cada vez mais um padrão de qualidade dos produtos, e em paralelo, também existe a necessidade de otimizar os custos devido à concorrência e o apelo do mercado por preços menores.

No Brasil, a indústria da construção civil tem um importante papel no desenvolvimento econômico. Para Menin (2017, p. 1), “Não existe crescimento econômico no Brasil sem o crescimento da indústria da construção civil. O setor da construção representa

8% do PIB. Vai ter um impacto muito grande na economia, no desenvolvimento social e evidentemente no emprego".

Assim é que o gráfico 1 a seguir demonstra a variação do PIB do Brasil e da construção civil nos últimos anos.

Gráfico 1 – PIB Brasil X PIB Construção Civil.

Fonte: Adaptado banco de dados CBIC (2017).

A construção civil pode ser considerada como um termômetro da economia no Brasil, e mediante a situação apresentada, percebe-se cada vez mais a necessidade de padronizar-se os processos, racionalizar recursos, e obter uma excelência operacional. "Abreviar processos; reduzir custos, burocracia interna e retrabalho, além de elevar a produtividade. Essas são vantagens que empresas da construção têm obtido com a integração e padronização de procedimentos internos" já afirmou Nakamura (2009, p. 1).

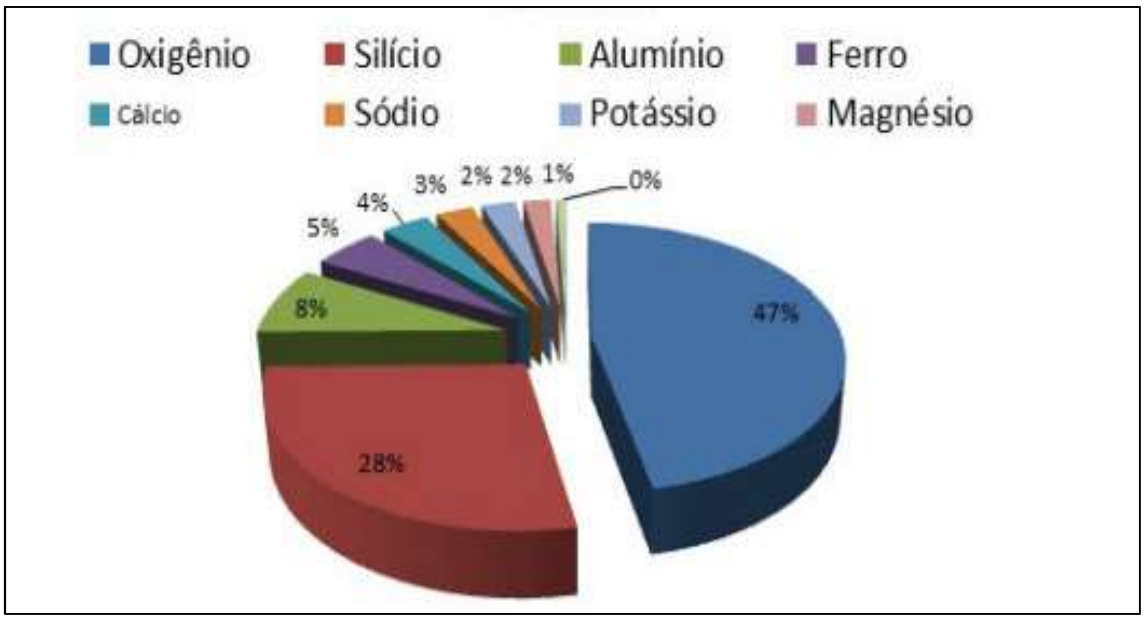
Corroborando com a afirmação acima Reis (2011, p. 26) reafirmou:

> Esta nova ordem mundial suscita competência e habilidade das empresas e dos profissionais para o desenvolvimento de produtos e serviços voltados para um mercado consumidor exigente e conhecedor de suas necessidades. Qualidade, desempenho, rapidez, agilidade e assertividade nas respostas aos anseios deste mercado consumidor se tornam condições imprescindíveis e fundamentais para garantir a perenidade, ou seja, a longevidade dos produtos e das empresas, possibilitando a sobrevivência destes mesmos produtos nos ambientes de negócios altamente competitivos.
> O setor da construção civil é um exemplo significativo deste cenário de mudanças, devido a sua dimensão econômica, seu dinamismo e ainda por ser bastante sensível às oscilações da economia global.

2.2 O ALUMÍNIO

O alumínio é o terceiro elemento mais abundante encontrado na natureza, depois do oxigênio e do silício. É o metal não-ferroso mais abundante, é um material leve, reciclável e possui tantas outras características, que contribuem para sua utilização em larga escalas segundo dados da Associação Brasileira do Alumínio (ABAL) (2013). O gráfico 2 apresenta a relação dos principais elementos abundantes na crosta terrestre.

Gráfico 2 – Principais elementos abundantes na crosta terrestre.



Fonte: Folha da Ciência (2014).

O alumínio tem apresentado um diferencial na construção civil, apresentando novas opções, como caracteriza ABAL (2012, p. 1):

> O alumínio na construção civil é sinônimo de beleza, longevidade, modernidade e inteligência construtiva. Produtos como esquadrias de alumínio, painéis de revestimento, fachadas envidraçadas, estruturas de alumínio para coberturas, estruturas de alumínio para fechamentos laterais, divisórias, forros, box, utensílios para a construção, formas de alumínio para paredes de concreto, andaimes, escoras telhas, entre tantas outras soluções são facilmente montados e manuseados nos canteiros de obras e dão um toque de sofisticação, funcionabilidade e bom gosto aos empreendimentos.

O alumínio apesar de ser um dos metais mais abundantes na terra, tem sua aplicação em escala industrial recente, segundo dados da ABAL (2013), de aproximadamente 150 anos. A ABAL cita ainda que no Brasil somente em 1945, foi produzido o primeiro lingote de alumínio, na cidade de Ouro Preto (MG).

Há sete milênios, ceramistas da Pérsia já produziam seus vasos com um tipo de barro que continha óxido de alumínio, que hoje conhecemos como alumina. Trinta séculos mais tarde, egípcios e babilônios usaram uma outra substância contendo alumínio na fabricação de cosméticos e produtos medicinais (ABAL, 2013).

Sua cronologia mostra que, mesmo nas civilizações mais antigas, o metal dava um tom de modernidade e sofisticação aos mais diferentes artefatos. Não obstante, durante seus primeiros usos, nada se sabia sobre o metal na forma como se conhece hoje. Em 1855, Deville mostra, na exposição de Paris, o primeiro lingote de um metal muito mais leve que o ferro. Torna-se público o processo de obtenção de alumínio por meio da redução eletrolítica da alumina dissolvida em banho fundido de criolita. Esse procedimento foi desenvolvido separadamente pelo norte-americano Charles Martin Hall, que foi fundador da Alcoa, uma das maiores empresas de alumínio no mundo, e pelo francês Paul Louis Toussaint Heróult, que o descobriram e o patentearam quase simultaneamente. Esse processo ficou conhecido como Hall-Heróult e foi o que permitiu o estabelecimento da indústria global do alumínio (ABAL, 2013).

> O *Empire State Building* continua a demonstrar a utilidade e o valor do alumínio como material de construção de edifícios. Em 1994, 5.460 janelas no edifício histórico foram substituídas por quadros de alumínio. (As estruturas de aço originais se deterioraram, permitindo a geada, água e vazamento de ar). Através da análise química, a cor original da tinta foi combinada e a restauração obteve a aprovação da Landmarks Preservativo Society. (*THE ALUMINIUM ASSOCIATION*, 2014, p.1).

2.2.1 Alumínio no Brasil

Apesar do primeiro lingote de alumínio ter sido produzido apenas em 1945, no início do século XX, já se fabricavam artefatos de alumínio no Brasil. Em 1917, surgiu a Companhia Paulista de Artefatos de Alumínio (CPAA), que registrou a marca Rochedo e iniciou a fabricação de placas fundidas para automóveis, porém o material primário ainda era importado, segundo dados da ABAL (2006).

> O histórico do uso das esquadrias de alumínio no país já é antigo, desde 1940 pode-se encontrar fábricas com produção de esquadrias deste material, porém não existiam perfis extrudados, ou seja, as chapas eram cortadas e trefiladas (espécie de dobras) até chegar ao tipo de perfil que se desejava. Este processo era demorado e muitas vezes ocorriam defeitos, com dobras imprecisas, sendo melhorado somente em 1952 quando os Estados Unidos difundiram ao mundo a técnica de extrusão. (ASA ALUMINIO, 2006, apud VIEIRA, 2015 p.31).

Em 1950, surge a primeira empresa multinacional a operar na produção de alumínio no país, a Aluminium Limited do Canadá (Alcan), dando um grande passo para a produção do produto primário e também do produto transformado em escala industrial (ABAL, 2006).

Mas foi com a construção de Brasília que se deu o grande marco inicial para a utilização do alumínio na arquitetura e na construção civil. Na década de 1960, a qualidade das esquadrias era determinada por algumas empresas internacionais, nessa época não existiam normas que definissem a qualidade das esquadrias, porém conhecia-se as necessidades e as formas corretas de produzir-se, afirmou Filho (2008). Empresas que fabricavam alumínio aperfeiçoaram a tecnologia de extrusão, começando a desenvolver projetos mais arrojados em esquadrias de alumínio, contempla Reis (2011).

No ano de 1983, a Associação de Fabricantes de Esquadrias de Alumínio (AFEAL), surge com o intuito de organizar e regulamentar o setor de fabricação de esquadrias, e consequentemente oferecer produtos de qualidade aos clientes. A AFEAL atuou fortemente no setor de esquadrias, e a primeira providência foi a elaboração de normas técnicas, embora já existissem, porém eram normas desatualizadas aos novos materiais aplicados, para fornecer ao setor o suporte necessário para fabricação de esquadrias de todos os tipos de materiais (AFEAL, 2008).

O mercado do alumínio passou por uma grande expansão, e a utilização de alumínio em sistemas de esquadrias também acompanhou este desenvolvimento, da aplicação como elemento complementar as esquadrias de aço à elemento principal de esquadrias, funcionando harmoniosamente com o vidro em grandes fachadas cortina das mais sofisticadas edificações da atualidade (AFEAL, 2008).

2.2.2 Propriedades mecânicas

O Alumínio comercialmente puro tem sua resistência à tração de aproximadamente 90 MPa. Sua utilização como material estrutural nesta condição é um tanto limitada, porém para ligas tratáveis pode-se obter aumento desta resistência com tratamento térmico, tanto que, algumas ligas, podem ter resistência à tração de aproximadamente 700 MPa. (ABAL, 2006).

O alumínio e suas ligas perdem parte de sua resistência à elevadas temperaturas. Algumas ligas conservam boa resistência em temperaturas entre 200ºC e 260ºC. Em temperaturas abaixo de zero, sua resistência aumenta sem perder a ductilidade e a tenacidade,

o Alumínio é um metal particularmente utilizado em aplicações e baixas temperaturas. (ABAL, 2008). A tabela 1 a seguir, apresenta algumas propriedades físicas do alumínio:

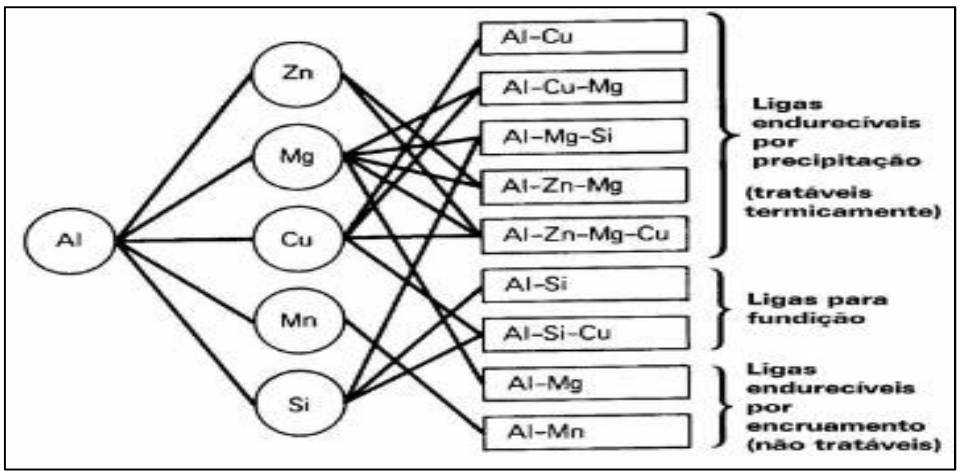
Tabela 1 – Propriedades físicas do alumínio.

Propriedades físicas típicas	**Alumínio**	**Aço**	**Cobre**
Densidade (g/cm³)	2,70	7,86	8,96
Temperatura de fusão (°C)	660	1500	1083
Módulo de elasticidade (MPa)	70000	205000	110000
Coeficiente de dilatação térmica (L/°C);	23 X 10^{-6}	11,7 X 10^{-6}	16,5 X 10^{-6}
Condutibilidade térmica a 25°C (Cal/cm/°C)	0,53	0,12	0,94
Condutibilidade elétrica (%IACS)	61	14,5	100
Dureza Brinnel	12-15	90-215	-

Fonte: ABAL (2008).

Devido a sua resistência mecânica, na afirmação de Firmiano (2012), há diversas aplicações para as quais o alumínio não consegue atender a todos os requisitos necessários, foi nesse contexto que surgiram as ligas de alumínio, que permitem que através da adição de elementos de liga seja possível continuar usufruindo em parte das propriedades interessantes deste metal, ao mesmo tempo em que outras de suas características são aprimoradas. A figura 1 a seguir apresenta os principais elementos de liga.

Figura 1 – Principais elementos de liga e classificação das ligas de alumínio.



Fonte: LA Alumínios (2008).

As ligas de Al-Mg-Si têm excelente resistência a corrosão em toda a atmosfera natural e na maioria das artificiais. A resistência à corrosão dessas ligas é melhor nos materiais aos quais são rapidamente resfriados e artificialmente envelhecidos para o resfriamento desejado (SILVA; PINA, 2000 apud FIRMIANO, 2012).

Complementa Firmiano (2012), que a determinação de qual o correto tipo de tratamento a ser realizado depende das características que se deseja obter, tais como, resistência mecânica, dureza, estrutura metalúrgica, tamanho de grão, usinabilidade, dentre muitas outras.

2.2.3 Processo de produção

O alumínio não é encontrado diretamente em estado metálico na crosta terrestre, sua obtenção parte da mineração de bauxita, que deve apresentar no mínimo 30% de óxido de alumínio (Al2O3) aproveitável para que a produção de alumínio seja economicamente viável. Destaca-se que o Brasil possui a terceira maior reserva de Bauxita no mundo, e atualmente é o sexto maior produtor de alumínio (ABAL, 2013).

Após a mineração, esta é refinada, produzindo a alumina, que passará por um processo de redução para obtenção do metal líquido, já alumínio primário. São necessárias duas toneladas de alumina para produzir uma tonelada de metal primário pelo processo de redução (ABAL, 2013). Após a obtenção do alumínio primário, este passa pelo processo de refusão, onde são obtidos os lingotes, tarugos, placas e vergalhões de metal primário.

O alumínio primário passa por vários métodos de transformação na indústria metalúrgica, servindo como matéria prima ou produto acabado para as mais diversificadas aplicações. Os principais métodos de transformação, apontados pela da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) (2015, p.1) são os seguintes:

- **Fundição**, processo onde obtém-se peças moldadas de alumínio, para os mais diversos segmentos, sendo sua principal aplicação nas indústrias, principalmente automobilística;
- **Laminação**, processo onde obtém-se chapas de alumínio, desde as espessuras mais grossas, 150mm, utilizadas na indústria atômica, variando até folhas mais finas de espessuras até 0,005mm, usadas por exemplo pela indústria alimentícia;
- **Estampagem**, processo de transformação utilizado para a fabricação de latas de bebidas e diversos utensílios domésticos;
- **Extrusão**, processo de transformação onde o resultado são perfis, nas mais diversas formas, utilizados por variados segmentos da indústria, e matéria prima fundamental para a produção de esquadrias de alumínio.

Como apresentado o alumínio é um metal que disponibiliza diferentes aplicações, devido a sua versatilidade e trabalhabilidade.

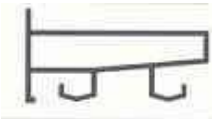
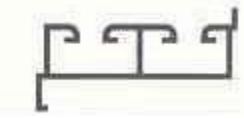
2.2.3.1 Extrusão

A extrusão, conforme mencionado na seção anterior, é o processo de fabricação dos perfis de alumínio, e muitos destes perfis são usados para a fabricação das esquadrias de alumínio.

Extrusão, de acordo com a ABNT NBR 6599:2013 (Alumínio e suas ligas – Processos e produtos – Terminologia), é o processo metalúrgico que consiste na deformação plástica a quente do material, fazendo-o passar, pela ação de um pistão, através de um orifício e uma matriz que apresenta o contorno da secção do produto a ser obtido.

Um conceito simples foi dado por Rodrigues (2015, p. 33), onde o mesmo afirma que, "a extrusão é dada por meio de prensas hidráulicas, nos quais os tarugos são introduzidos e prensados passando através de uma matriz que dá a forma ao perfil". De acordo com o estabelecido pela norma ABNT NBR 6599:2013, os perfis obtidos podem ser sólidos, cuja secção transversal não tem nenhum vazio totalmente circunscrito por metal, semitubulares, cuja secção transversal tem vazios parcialmente circunscritos por metal, e tubulares, cuja secção transversal tem pelo menos um vazio totalmente circunscrito. A figura 2 apresenta o exemplo de cada tipo de perfil.

Figura 2 – Tipos de perfis.

Perfis sólidos	**Perfis tubulares**	**Perfis semitubulares**
		

Fonte: Adaptado ABNT NBR 6599 (2013).

A pressão específica da prensa de extrusão é obtida através da divisão da força que incide no pistão empurrador pela área de seu recipiente. Segundo afirmação de Lopes (2011), a especificação de uma prensa tem que ser coerente com o "*mix*" de produtos e a quantidade que se deseja produzir. Existem prensas de vários tamanhos e capacidade, variam de acordo com a pressão que exercem para extrudar, a figura 3 a seguir apresenta um modelo de prensa para extrusão de alumínio.

Figura 3 – Prensa para extrusão.

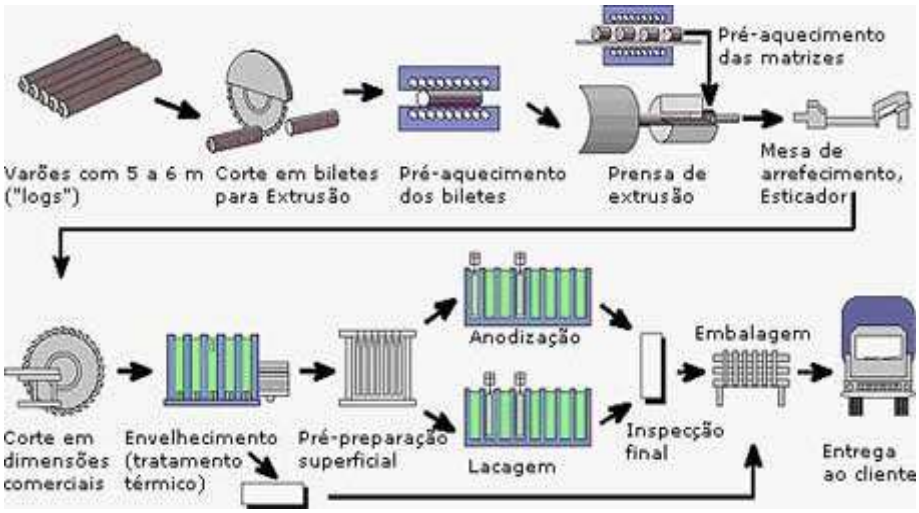
Fonte: Yuanchang (2017).

O processo de extrusão, como apresenta Firmiano (2012), tem suas particularidades. Os tarugos que serão extrudados geralmente vem em grandes barras, variando o comprimento de 4 a 6 metros, porém para serem extrudados estes são serrados em diversos tamanhos de acordo com o tipo de perfil a ser produzido e a capacidade da prensa, variando de 400 milímetros à 1000 milímetros. Após cortados estes tarugos são aquecidos a temperatura de 400°C a 510°C. Estando os tarugos cortados e aquecidos estes são então extrudados através das prensas, após passar pela prensa os perfis extrudados saem com a temperatura média de 530°C, passando então por um processo de resfriamento, em que a velocidade de resfriamento varia de acordo com as características técnicas e finalidade dos perfis. Estando os perfis resfriados estes são “esticados” até obter o dimensional desejado. Os perfis extrudados possuem grandes comprimentos podendo chegar a 50 metros ou mais dependendo do tipo de equipamento, porém estes são cortados em tamanhos comerciais, geralmente 6 metros.

Complementa Firmiano (2012), quando afirma que para que o produto adquira sua característica de aplicação, coloca-se o material dentro de um forno, enclausurado de chapas e revestimentos cerâmicos, onde associando um determinado tempo, a uma temperatura, tem-se o que se denomina têmpera. Esta têmpera tem a finalidade acelerar o envelhecimento do material, ou seja, artificialmente eleva-se a dureza dos produtos adequando as propriedades

mecânicas exigidas pelo cliente e do alumínio e suas ligas. A figura 4 a seguir exemplifica o processo de extrusão.

Figura 4 – Processo de extrusão.



Fonte: Infoescola (2011).

Destaca-se que os perfis, após passarem pelo tratamento térmico encontram-se sem tratamento superficial, estão na forma natural. Entretanto, afirma Pereira (2015), que cuidados são necessários pois o alumínio em contato com o ar urbano, marinho e industrial está sujeito a ação de agentes oxidantes e resíduos agressivos, por esse motivo recebem tratamentos como anodização ou pintura, garantindo maior durabilidade, além de agregar valor ao aspecto visual da esquadria e estético da edificação.

2.2.3.1.1 Anodização

Na maioria das aplicações, os perfis de alumínio precisam passar por processos de tratamento de superfície. A anodização é um desses tratamentos de superfície além de oferecer um melhor acabamento e diferentes colorações, o procedimento proporciona uma proteção ao alumínio (PEREIRA, 2015).

Anodização, nas palavras de Pereira (2015), é um processo de tratamento superficial, que utiliza passagem de corrente elétrica em um meio ácido para provocar o crescimento artificial da camada de óxido de alumínio. Este crescimento artificial da camada de óxido de alumínio, forma uma película, que é dura, fina e impermeável, chamada de camada anódica, que dá ao perfil um acabamento protetivo (contra danos mecânicos e corrosão), e também decorativo.

Nos projetos um detalhe relevante a ser considerado é a espessura da camada anódica, pois esta irá designar o grau de proteção das esquadrias, de acordo com o nível de agressividade do ambiente em que serão instaladas, a ABNT NBR 12609:2017 (Alumínio e suas ligas – Tratamento de superfície – Requisitos para anodização para fins arquitetônicos) determina valores mínimos da camada anódica, de acordo com o ambiente em que serão instaladas, e é imprescindível que os engenheiros e arquitetos conheçam estes requisitos para determina-los em seus projetos. A mesma norma indica ainda que a camada anódica do produto semiacabado e/ou produto final deve ser ensaiado de acordo com a ABNT NBR 15418:2009 (Alumínio e suas ligas – Tratamento de superfície – Determinação da consistência da camada anódica – Método da perda de massa), e deve apresentar uma perda de massa de até 0,15 mg/cm². O quadro 1, apresenta a espessura da camada anódica conforme o nível de agressividade:

Quadro 1 – Espessura da camada anódica.

Ambiente Típico	**Classe de Anodização[a]**	**Espessura da camada anódica (µm)**	**Nível de agressividade**
Urbano/Rural	A13	11 a 15	Baixa/média
Litorânea[b]	A18	16 a 20	Alta
Industrial/Marítimo	A 23	21 a 25	Excessiva
a – Os números 13, 18 e 23 que sucedem a letra A, identificam o valor médio da camada em micrômetros; b – Ambiente marítimo abrange somente os prédios frontais ao mar e sujeitos à nevoa salina. Áreas marítimas mais internas são consideradas litorâneas**.**			

Fonte: Adaptado NBR 12609 (2017).

A ABNT NBR 12609:2017 recomenda os seguintes ensaios:

> **4.5 Corrosão por exposição à névoa salina acética**
> O produto semiacabado e/ou o produto final deve ser ensaiado conforme a ABNT NBR 14905 por um período de 300 h e não pode apresentar sinais de corrosão.
> **4.6 Solidez à luz**
> O produto semiacabado deve ser ensaiado conforme a ABNT NBR 12612 por um período de 1 000 h, para verificar se há mudança de cor no corpo de prova quando comparado a olho nu com um padrão predeterminado.
> **4.7 Microdureza**
> O produto semiacabado deve ser ensaiado conforme a ABNT NBR 14155 e o valor mínimo da dureza admissível deve ser de 400 HV para toda a gama de alumínio e suas ligas trabalháveis, não sendo válido para as ligas da série 2XXX.

4.8 Acabamento

4.8.1 O acabamento deve ser verificado nas faces aparentes do produto semiacabado colocado na posição em que é utilizado na aplicação final.

4.8.2 A distância entre o verificador e a amostra deve ser de 3 m quando o produto for utilizado em aplicações internas e 5 m quando utilizado em aplicações externas.

4.8.3 A iluminação deve estar posicionada entre o verificador e a amostra, de modo que haja uma incidência angular de aproximadamente 60° entre os três pontos.

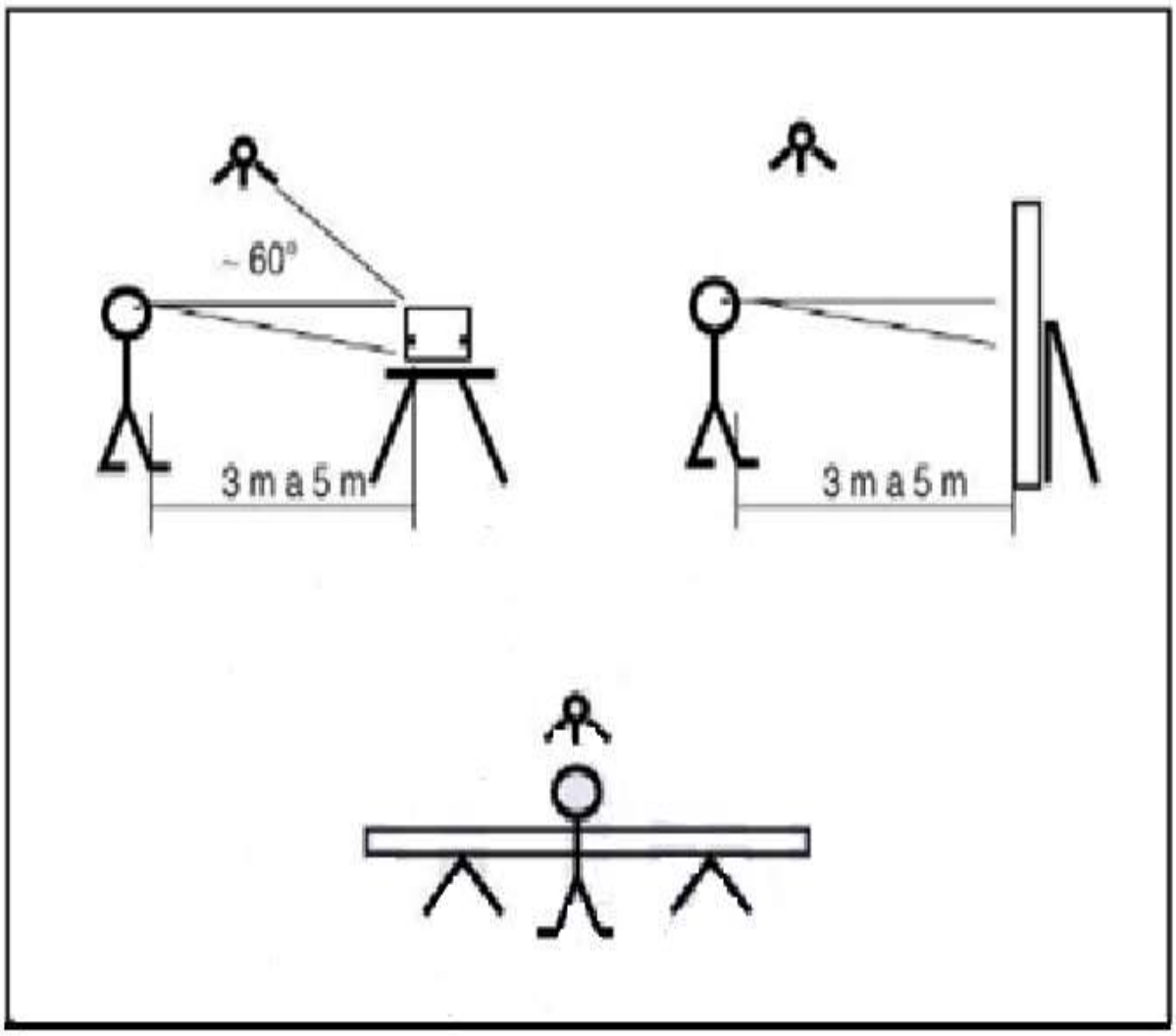
A intensidade da luz deve estar de acordo com a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1.

4.8.4 O produto não pode apresentar os seguintes defeitos superficiais:

a) riscos, rugosidade e linhas provenientes do processo de fabricação;
b) manchas, faixas, linhas de caldeamentos e veias reveladas após o processo de anodização;
c) atritos, arranhões e pequenas marcas provenientes do manuseio, movimentação e transporte. (NBR 12609:2017, p.5).

A figura 5 a seguir, ilustra as distâncias e posições para verificação do acabamento:

Figura 5 – Esquema e posicionamento para verificação do acabamento.



Fonte: Adaptado ABNT NBR 12609 (2017).

O processo de anodização, propiciam ao produto o acabamento em algumas colorações diferentes, conforme apresentadas na figura 6 a seguir.

Figura 6 – Cores produto anodizado.

Fonte: Revista Alumínio & Cia (2015).

O exterior da camada anódica é bastante estável aos raios ultravioleta sem lascar nem descascar, e a anodização do alumínio também permite manter o aspecto metálico da peça. Uma das desvantagens da anodização é a limitação de cores, porém existem pesquisas objetivando ampliar esta diversificação.

2.2.3.1.2 Pintura

A pintura tem por objetivo depositar um filme de tinta sobre uma superfície metálica ou não metálica, com as seguintes finalidades: proteção anticorrosiva, estética, segurança, entre tantos outros. Os perfis para fabricação de esquadrias recebem uma pintura eletrostática, onde um perfil, após passar por um pré-tratamento, recebe uma camada de tinta a pó, carregada eletrostaticamente, provocando a fixação da tinta no perfil, este processo é o mais conhecido e largamente utilizado na decoração e proteção do alumínio e, diferente da anodização, não causa alterações químicas no metal a ser pintado (Firmiano, 2010).

A Norma ABNT NBR 14125:2016 (Alumínio e suas ligas – Tratamento de superfície – Requisitos para revestimento orgânico para fins arquitetônicos), destinada à fabricação de esquadrias de alumínio pintadas, especifica a espessura do produto semiacabado e/ou produto acabado, determinando os dados apresentados no quadro 2.

Quadro 2 – Espessura dos revestimentos com tinta em pó.

Revestimento	Espessura mínima µm
Classe 1	60
Classe 2	60
Duas camadas (classe 1 e classe 2)	110
PVDF	80

Fonte: ABNT NBR 14125 (2016).

A mesma norma indica que sejam feitas as seguintes avaliações nos produtos semiacabados e/ou produtos finais:

a) Espessura do revestimento;
b) Brilho;
c) Resistencia ao impacto;
d) Flexibilidade;
e) Resistência à abrasão;
f) Aderência;
g) Aderência úmida;
h) Dureza ao grafite;
i) Intemperismo artificial;
j) Intemperismo natural;
k) Corrosão acelerada;
l) Névoa salina acética;
m) Acabamento.

Os métodos para verificação do acabamento do produto pintado, são os mesmos apresentados anteriormente na figura 5, para a verificação do acabamento do produto anodizado.

Os produtos pintados proporcionam uma variedade maior de cores, tornando-se um diferencial deste processo.

2.3 ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

As esquadrias são elementos fundamentais a todo tipo de edificação, por meio destas, permite-se a entrada de luz natural, ar e acesso aos ambientes.

> No início da civilização humana, a moradia, em seu primeiro estágio, caracterizava-se por possuir uma pequena abertura, preenchido por um elemento, em madeira, denominado de porta, que propiciava a entrada e saída de seus moradores. No segundo estágio de moradia do ser humano - cabanas ou choças – as habitações apresentam o surgimento de uma pequena abertura para entrada de luz, caracterizando as primeiras janelas. Nos demais estágios de habitação, as esquadrias consolidaram-se como componentes básicos das edificações residenciais. (D'ÁVILA, 2000 apud FERNANDES, 2004, p.22).

Atualmente, as esquadrias têm outras funções além das essenciais a que foram primeiramente designadas, hoje tem funcionalidades estruturais, estéticas, entre outras. As esquadrias exigem requisitos de qualidade que proporcionem conforto aos usuários da edificação, além de atuar como isolante térmico e acústico dos ambientes (AFEAL, 2008).

Seguindo a definição da ABNT NBR 10821:2017, o manual elaborado pela Câmara Brasileira da Industria da Construção (CBIC) (2017, p.24), indica que as esquadrias podem ser definidas, como:

> Nome genérico dos componentes formados por perfis utilizados nas edificações. É a denominação para as janelas, portas e fachadas-cortina servindo para designa-las nos projetos e construções. Independentemente dos materiais e processos construtivos (em serie ou sob encomenda), deve-se atender o desempenho exigido pelas normas.

2.3.1 Classificação das esquadrias

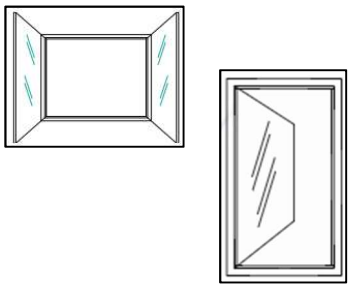
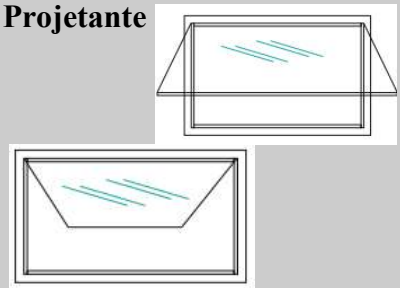
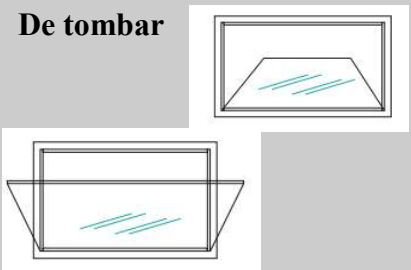
Existem alguns tipos distintos de esquadrias, a ABNT NBR 10821-1 (2017, p. 1) indica que as esquadrias podem ser definidas segundo a sua finalidade, utilização ou função em:

> **2.1.1 - Janela:** esquadria vertical ou inclinada, geralmente envidraçada, destinada a preencher um vão, em fachadas ou não. Entre outras, sua finalidade é permitir a iluminação e/ou ventilação de um recinto para outro;
> **2.1.2 - Porta:** esquadria que, entre outras finalidades, permite ou impede o acesso de um recinto para outro;
> **2.1.3 - Esquadria para claraboia, coberturas e marquises:** esquadria para ser utilizada como iluminação natural, geralmente inclinada, que atenda pelo menos aos requisitos previstos para esquadrias verticais;
> **2.1.4 - Fachada-Cortina:** esquadrias interligadas e estruturadas, com função de vedação, que formam um sistema contínuo, desenvolvendo-se no sentido da altura

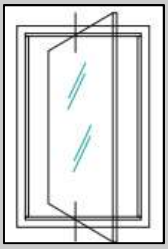
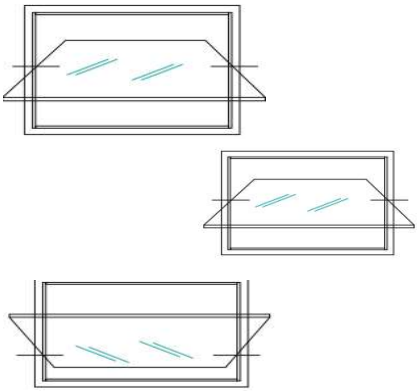
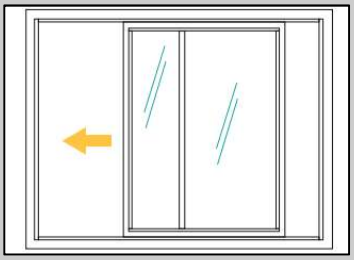
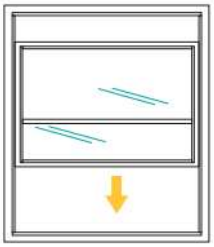
e/ou largura da fachada da edificação, sem interrupção, por pelo menos dois pavimentos.

As janelas são classificadas de acordo com o seu movimento conforme os termos indicados no quadro 3 a seguir.

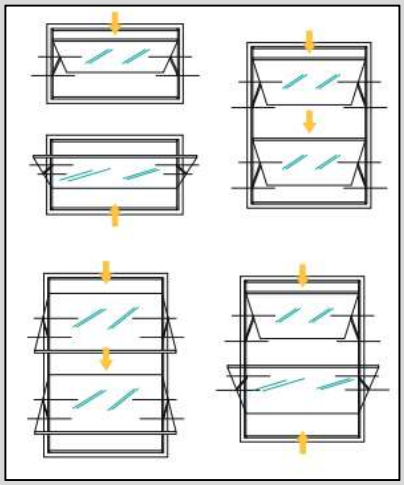
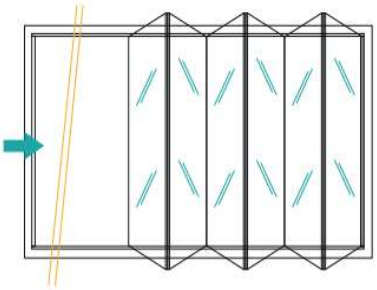
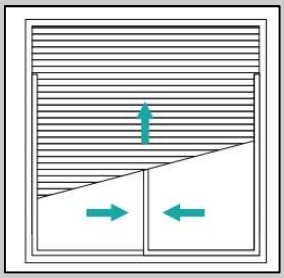
Quadro 3 – Classificação das janelas quanto ao seu movimento. (continua)

Designação	Função	Imagem
Janela de folha fixa	Janela que não possui movimento	
Janela de giro, de eixo vertical	Janela formada por uma ou mais folhas que podem ser movimentadas mediante rotação em torno de eixos verticais fixos, coincidentes com as laterais da folha. São classificadas em janelas de giro, que abrem para dentro ou para fora da edificação.	
Janela projetante e de tombar	Janela formada por uma ou mais folhas que podem ser movimentadas mediante rotação em torno de um eixo horizontal fixo situado na extremidade superior ou inferior da folha. São consideradas: - **Projetante:** quando o eixo de rotação se localiza na extremidade superior. O movimento de abertura da folha pode ser para dentro ou para fora da edificação. **- De tombar:** quando o eixo de fixação se localiza na extremidade inferior. O movimento de abertura da folha pode ser para dentro ou para fora da edificação	**Projetante**  **De tombar** 

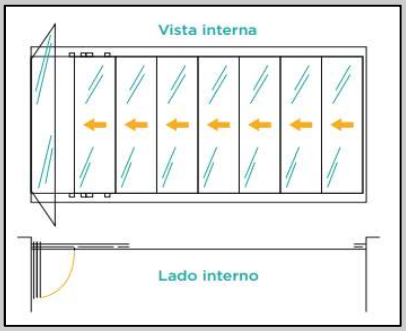
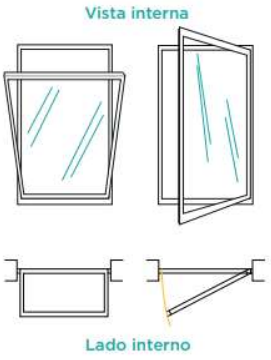
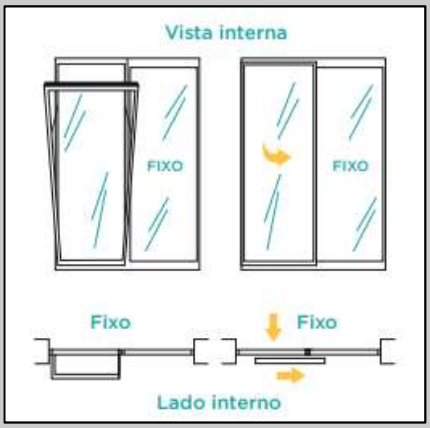
Quadro 3 – Classificação das janelas quanto ao seu movimento. (continuação)

Designação	Função	Imagem
Janela pivotante	Janela formada por uma ou várias folhas que podem ser movimentadas mediante rotação em torno de um eixo vertical e não coincidente com as laterais das folhas	
Janela basculante	Janela formada por uma ou várias folhas que podem ser movimentadas com eixo de rotação horizontal, central ou excêntrico, não coincidente com as extremidades superior ou inferior da janela	
Janela de correr	Janela formada por uma ou várias folhas (envidraçadas ou destinadas ao sombreamento – venezianas) que podem ser movimentadas por deslizamento horizontal	
Janela de guilhotina	Janela destinada ao uso externo ou interno à edificação, formada por uma ou mais folhas que podem ser movimentadas por deslizamento vertical	

Quadro 3 – Classificação das janelas quanto ao seu movimento. (continuação)

Designação	Função	Imagem
Janela projetante-deslizante (maxim-ar)	Janela destinada ao uso externo ou interno à edificação, formada por uma ou mais folhas que podem ser movimentadas em torno de um eixo horizontal, com translação simultânea desse eixo	
Janela sanfona (camarão)	Janela destinada ao uso externo ou interno à edificação, formada por duas ou mais folhas (envidraçadas ou destinadas ao sombreamento – venezianas) articuladas entre si que, ao se abrirem, dobram-se uma sobre as outras, por deslizamento horizontal de seus eixos de rotação. Tais eixos podem coincidir com as bordas das folhas ou se situar em posições intermediárias	
Janela integrada	Formada por um conjunto composto por persiana de enrolar que se movimenta com deslizamento vertical ou inclinado no plano externo da esquadria e por folhas que podem ser movimentadas por deslizamento horizontal, vertical ou giro para o lado interno	
Janela reversível	Janela do tipo basculante ou pivotante, onde a rotação das folhas em torno de seus eixos situa-se no intervalo entre 160° e 180°	--

Quadro 3 – Classificação das janelas quanto ao seu movimento. (conclusão)

Designação	Função	Imagem
Janela de correr com giro	Formada por folhas que correm no mesmo eixo, com giro de 90° do lado interno no final do curso. As folhas possibilitam ventilar todo o vão.	
Janela de girar e tombar	Janela formada por folhas que giram e tombam.	
Janela de correr paralela e de tombar	Formada por folhas de correr e de tombar, que mantém suas folhas alinhadas quando fechada	

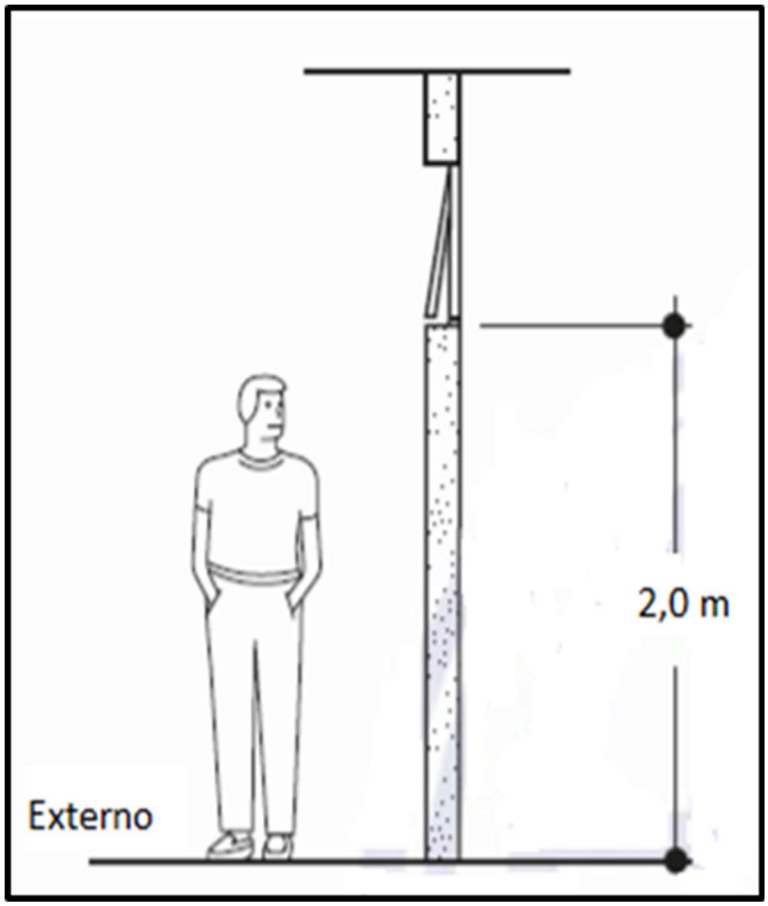
Fonte: Adaptado ABNT NBR 10821-1 (2017).

O guia esquadrias para edificações da CBIC (2017) complementa que, a movimentação das folhas que compõem as janelas permite a utilização de vários modelos, como os exemplos apresentados junto aos desenhos de cada um dos tipos de janelas. Há, no entanto, a possibilidade da combinação de mais de um tipo de janela na mesma esquadria e

composta com mais de uma folha móvel, como, por exemplo: janela veneziana de correr com três folhas, ou mais; janela de correr com duas folhas, ou mais; janela veneziana de giro com folhas tipo guilhotina; janela integrada com duas ou quatro folhas de correr e persiana de enrolar; janela tipo maxim-ar de uma folha; janela tipo maxim-ar de duas ou três folhas horizontais; janela tipo maxim-ar de duas ou três folhas verticais; conjunto de janela composto de uma folha intermediária tipo maxim-ar e/ou um peitoril fixo e/ou uma bandeira fixa; janela tipo basculante de uma até quatro folhas.

É recomendado pela ABNT NBR 10821-2:2017, que as janelas que tenham folhas móveis com sua abertura projetada para o exterior da edificação, em áreas transitáveis pelo lado da projeção, e quando o peitoril estiver abaixo de 2 metros de altura do piso, a projeção destas não podem ultrapassar a fachada da edificação. Conforme exemplificado pela figura 7.

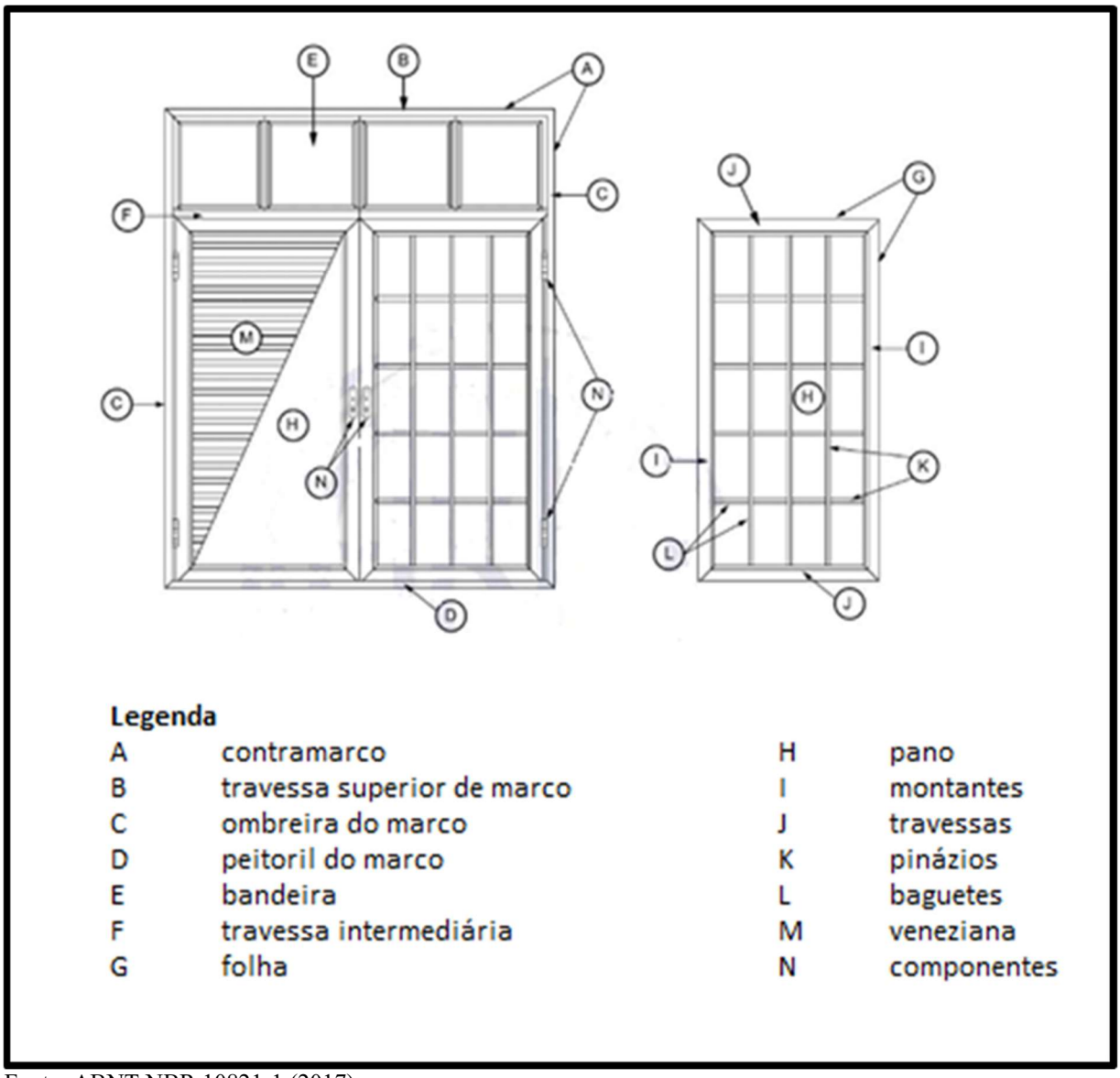
Figura 7 – Altura mínima peitoril janela abertura para exterior.



Fonte: Adaptado ABNT NBR 10821-2 (2017).

Ressalta-se ainda a importância de conhecer os termos utilizados para identificar as partes de uma janela. Existe uma terminologia aplicável as partes de uma janela, definidas pela ABNT NBR 10821-1:2017, indicadas pela figura 8:

Figura 8 – Esquema geral de uma esquadria e seus elementos.



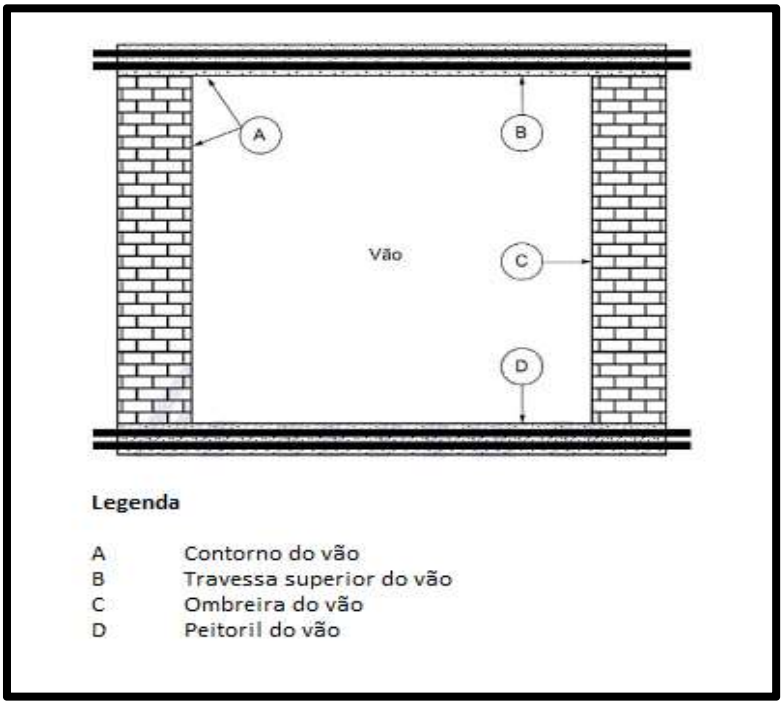
Fonte: ABNT NBR 10821-1 (2017).

Complementando as esquadrias, existem os seus componentes, destinados à fixação, manobra, travamento, e estanqueidade de suas partes fixas e móveis.

2.3.2 Vão

O vão é um elemento importante para a instalação de uma esquadria, a ABNT NBR 10821-1:2017, define vão como abertura existente na parede, que pode receber uma esquadria. Segundo Reis (2015), uma das principais causas da ocorrência de patologias referentes as janelas de alumínio, é a execução incorreta dos vãos.

Figura 9 – Esquema geral de um vão e seus elementos.



Fonte: ABNT NBR:10821-1 (2017).

Para cada tipo de vão, existe um método de instalação, conforme apresentado no quadro 4 a seguir.

Quadro 4 – Tipos de vãos e instalação.

Tipos de vão	**Métodos de instalação**		
	Entre vãos Com contramarco	**Entre vãos Sem contramarco**	**Fachadas Fixação por ancoragem**
Vão "osso"	Chumbamento com grapa	Chumbamento com grapa	-
	Com fixação mecânica	-	Com fixação mecânica
Vão definido ou acabado	Com fixação mecânica	Com fixação mecânica	Com fixação mecânica
	-	Com fixação mista (mecânica + química)	-

Fonte: ABNT NBR 10821-5 (2017).

A norma supracitada estabelece que o vão acabado parte do projeto da edificação, sendo que as informações de folgas necessárias e posicionamento da esquadria no vão devem ser definidas entre contratantes e fabricante ou definidas no manual de instalação. Cabe ao fabricante definir o contramarco e o projeto de instalação contendo as informações

importantes para a instalação como linhas de referência, medidas e tolerâncias do vão acabado, quantidades de grapa e seu distanciamento, necessidades de preenchimento do contramarco, dentre outras informações relevantes.

A ABNT NBR 10821-5:2017 contempla também que o fabricante deverá apresentar o melhor método de instalação para cada tipo de vão, informando os procedimentos que deverão ser seguidos pelo instalador. Bem como, instruir, de forma clara e objetiva, o procedimento para realizar a vedação, o acabamento e, quando for necessário, a pintura de acabamento da esquadria. Além, de estabelecer os métodos de manutenção e limpeza.

2.3.3 Vidros

Inicialmente as folhas das janelas eram de madeira, uma vez que o emprego do vidro plano só ocorreu no século XIX, afirmou Xavier (2008). As décadas que se seguiram apresentaram uma evolução contínua na aplicação dos vidros em esquadrias, e no entender de Leal (2008), essa evolução contínua, trouxe um aumento qualitativo no desempenho das esquadrias, permitindo técnicas que aumentem o desempenho acústico e térmico das esquadrias.

Todas as aplicações de vidros na construção civil devem atender o que determina a norma ABNT NBR 7199:2016 (Vidros na construção civil – Projeto, execução e aplicações), para garantir a segurança dos usuários. Os vidros *float*, impresso, temperado, laminado, aramado, insulado e vidros de controle solar são os tipos mais aplicados na construção civil. Existem também outros com características específicas para uma determinada aplicação, por exemplo: autolimpeza, antibactéria, controle de privacidade, proteção contra determinadas radiações e proteção contrafogo (CBIC, 2017).

Quadro 5 – Tipos de vidro. (continua)

Tipo	Aplicação/Característica
Float	O vidro *float* (ou comum) é um vidro totalmente transparente, de superfícies polidas e paralelas, ideal para aplicações que exijam perfeita visibilidade e alta transmissão de luz. Ele constitui a matéria-prima de diversos produtos finais, podendo ser laminado, temperado, insulado, xerografado, dentre outros.

Quadro 5 – Tipos de vidro. (continua)

Tipo	Aplicação/Característica
Impresso	Uma das principais características do vidro impresso são os desenhos suaves e uniformes que têm a propriedade de difundir a luz e os raios solares, mantendo a privacidade dos ambientes sem perder luminosidade. Com variedade de texturas, cores e espessuras, o impresso proporciona variados efeitos decorativos, privacidade e conforto. Também pode ser usado para o processamento de todos os demais vidros: temperados, laminados, curvos, entre outros.
Laminado	É composto de duas ou mais lâminas de vidro fortemente interligadas por uma ou mais camadas intermediárias. Atua na redução dos raios ultravioleta (inclusive o vidro incolor) e, com isso, protege móveis, pisos e roupas do desbotamento causado pelos raios UV. Reduz os danos causados pela exposição a esse tipo de raio e a entrada de ruídos externos, proporcionando conforto acústico. Segurança: em caso de quebra, seus cacos ficam presos à camada intermediária, evitando a abertura do vão, reduzindo o risco de acidentes e ferimentos e mantendo a área fechada e segura até que a substituição do vidro seja realizada.
Temperado	É um vidro que recebe um tratamento térmico (aquecido e resfriado rapidamente), o que o torna mais resistente mecanicamente (até cinco vezes mais do que o vidro comum) e a choques térmicos. Pode ser utilizado em instalações autoportantes, com ferragens, por sua maior resistência mecânica. Segurança: em caso de quebra, estilhaça-se em pequenos fragmentos menos cortantes.
Aramado	Obtido por fundição e laminação contínuas, esse vidro incorpora uma malha de arame de aço soldada em todas as suas intersecções. Segurança: em caso de quebra, ele fica preso à rede metálica.

Quadro 5 – Tipos de vidro. (conclusão)

Tipo	Aplicação/Característica
Insulado	O vidro insulado, também chamado de duplo, tem função termoacústica, proporcionando atenuação acústica e controle térmico do ambiente, requisitos de habitabilidade para edifícios próximos a locais com grande geração de ruídos. Esse sistema de envidraçamento agrega vantagens técnicas e estéticas de pelo menos dois tipos de vidro. Entre os dois vidros há uma câmara interna de ar ou de gás desidratado. Pode ser composto por qualquer tipo de vidro (*float*, impresso, temperado, laminado, de controle solar, baixo emissivo, entre outros), destacando as qualidades entre eles. Ou seja, é possível combinar vidros de propriedades diferentes. O vidro insulado também pode conter uma persiana interna (entre vidros).
Controle solar	Desenvolvido com tecnologia que garante o controle eficiente da intensidade de luz e do calor transmitidos para os ambientes internos, os vidros de controle solar são grandes aliados do conforto ambiental e da eficiência energética nas edificações. Possuem performances diferenciadas para controle solar em relação à transmissão e à reflexão de luz e calor, além de baixos coeficientes de sombreamento; significativa redução da passagem de calor por radiação solar para o interior do ambiente, proporcionando isolamento térmico; barreira contra os raios ultravioleta (UV) – quando laminado; economia de consumo de energia elétrica pela diminuição do uso do ar-condicionado, consequência do controle térmico que o vidro proporciona; controle da luminosidade incidente no vidro: sensação de conforto ao usuário e racionalização no uso da luz elétrica. Esse vidro deve atender a ABNT NBR 16023:2011 (Vidros revestidos para controle solar – Requisitos, classificação e métodos de ensaio). O vidro de controle solar é um componente fundamental para o atendimento das exigências da classificação das esquadrias, proposta pela ABNT NBR 10821-4. A etiqueta de conforto térmico informa ao consumidor as propriedades e a classificação das esquadrias quanto ao nível de desempenho térmico, em função da zona climática do país.

Fonte: Adaptado Guia de esquadria para edificações CBIC (2017).

A norma ABNT NBR 7199:2016, determina ainda que os vidros instalados abaixo de 1,10 m em relação ao piso, seja interno ou externo, em qualquer pavimento, devem ser de segurança. Para cada aplicação, devem ser verificados quais são os tipos de vidro de segurança (temperado, laminado ou aramado) exigidos pela norma em questão, pois, em algumas aplicações, somente o laminado e o aramado são permitidos.

2.3.4 Sistemas produtivos

Com o intuito de organizar o setor da construção civil, o governo brasileiro instituiu no ano de 1998, o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional (PBQP-H). O portal do PBQP-H ressalta ainda que, para alcançar seu objetivo, o programa trabalha em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva.

> A busca por esses objetivos envolve um conjunto de ações, entre as quais se destacam: avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão-de-obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, avaliação de tecnologias inovadoras, informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos. Dessa forma, espera-se o aumento da competitividade no setor, a melhoria da qualidade de produtos e serviços, a redução de custos e a otimização do uso dos recursos públicos. O objetivo, a longo prazo, é criar um ambiente de isonomia competitiva, que propicie soluções mais baratas e de melhor qualidade para a redução do déficit habitacional no país, atendendo, em especial, a produção habitacional de interesse social (PBQP-H, 201?, p. 1).

Segundo afirmação do portal Templum Consultoria (2017), a adesão ao programa é pré-requisito para a participação no programa “Minha Casa Minha Vida” e para concessão de crédito junto à Caixa Econômica Federal, Banco do Brasil e outras instituições financeiras.

Com o objetivo de aumentar a qualidade das esquadrias de alumínio e combater a não conformidade intencional, a AFEAL, como entidade representante do setor e participante do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), vem implementando desde 2001, o Programa Setorial da Qualidade de Esquadrias de Alumínio (PSQ). Este programa tem o intuito de manter a conformidade com as normas técnicas referenciadas e retratando as mudanças ocorridas nos requisitos exigidos para os produtos e para o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ). O programa tem abrangência nacional, para permitir que os produtos sejam padronizados, independentemente dos locais de produção e comercialização (AFEAL, 2005).

Este programa apresenta algumas definições atribuídas aos sistemas de fabricação e aos fabricantes de esquadrias:

a) **Sistema:** especificações dimensionais ou agrupamento de perfis, para fabricação de esquadrias. Exemplos: linha 25, linha *Gold*, linha *Hydro* Oficial, *Imperial Line*, linha *Votoral*.

b) **Sistemas próprios**: esquadrias produzidas com linhas desenvolvidas pelo próprio fabricante, geralmente em série, com mesmo tipo/ modelo, dimensões e características.

c) **Sistemas homologados**: esquadrias produzidas empregando-se sistemas com todos os tipos e ou modelos alvo do programa dentro dos parâmetros do PSQ, e que atende a ABNT NBR 10821:2017, sempre observando a tabela de aplicação para sua classe e região.

d) **Empresa qualificada/homologada:** empresa que apresenta todas as suas linhas de fabricação, com todos os tipos e ou modelos dentro dos parâmetros deste programa;

e) **Empresa sistemista:** empresa que desenvolveu um ou mais sistemas, com todos os tipos/ modelos alvo do programa dentro dos parâmetros deste programa. O sistema após homologado entra para um banco de dados que será consultado pela empresa fabricante de esquadrias que utiliza linhas homologadas (ver lista no site: www.afeal.com.br).

As esquadrias de alumínio podem ainda ser classificadas, em concordância com a AFEAL (2017), conforme o seu projeto, em padronizadas e especiais:

- **Padronizadas:** tem este nome devido à padronização das dimensões externas do produto, fabricado em escala e distribuído, normalmente, por meio de lojas de materiais de construção e redes de home-centers. O material também pode ser adquirido por construtoras, e instalado por profissionais qualificados.
- **Especiais:** as esquadrias especiais requerem um projeto específico, baseado no projeto arquitetônico da edificação. São fabricadas para atender características exclusivas, com dimensões específicas.

2.4 NORMATIZAÇÃO

As normas técnicas brasileiras são emitas e divulgadas pela ABNT, e visam orientar os profissionais a seguirem métodos e processos que levam a um produto final

padronizado e de boa qualidade.

No entender de Thomé (2016), as NBR trazem como principais objetivos:

a) Orientar os profissionais da construção civil quanto a materiais, processos e produtos;
b) Aumentar a qualidade dos empreendimentos;
c) Estimular a competitividade no mercado;
d) Evitar erros e incompatibilidade entre as etapas do processo;
e) Padronizar processos produtivos.

No entender de Tardelli (2011), ao se descumprir uma norma, o indivíduo que o fez está assumindo um risco. Logo, está consciente de possível resultados prejudiciais que poderão vir a acontecer.

O Código de Defesa do Consumidor (CDC) (1990, p. 25), em seu artigo 39 estabelece que:

> Art. 39. É vedado ao fornecedor de produtos ou serviços, dentre outras práticas abusivas:
> "VIII - colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela ABNT- Associação Brasileira de Norma Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro)".

2.4.1 ABNT NBR 15575:2013 (Edificações Habitacionais – Desempenho)

Buscando o aprimoramento do desempenho habitacional, a ABNT colocou em vigor em 2008, sendo corrigida e aperfeiçoada em 2013, a ABNT NBR 15575 (Edificação Habitacionais – Desempenho), com o intuito de estabelecer parâmetros técnicos para alguns requisitos essenciais de uma edificação residencial, dentre eles durabilidade, desempenho acústico, desempenho térmico, vida útil e garantia, estabelecendo limites para cada requisito.

Saliente-se que as normas de desempenho, diferentemente das prescritivas, são criadas com o intuito de atender às exigências dos usuários, neste caso, referem-se a sistemas que compõem edificações habitacionais, não levando em conta seus materiais constituintes e do sistema construtivo utilizado (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013). Esta norma tem como foco as exigências dos usuários para o edifício habitacional e seus sistemas, quanto ao seu comportamento em uso e não na prescrição de como os sistemas são construídos.

Csillag (1995 apud REIS, 2003, p.86), afirma que "o desempenho de um produto

se define como sendo o conjunto de habilidades funcionais ou propriedades específicas que o tornam adequado a uma finalidade específica".

Ainda de acordo com Csillag (1995 apud REIS, 2003, p.85) "a característica obtida do desempenho de um item, caso o item realize sua finalidade, objetivo ou meta, é a finalidade ou razão de um item ou parte dele".

"A ABNT NBR 15575-4:2013 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Construção Civil (ABNT/CB-02), pela Comissão de Estudo de Desempenho de Edificações (CE-02.136.01)" (ABNT, 2013).

Na concepção de Costa (2013), esta norma será muito útil para os consumidores, sendo que estará de acordo com o que procuram ao adquirir um imóvel, já que buscam conforto, estabilidade, vida útil adequada da edificação, segurança estrutural e contra incêndios. No que concorda Andrade (2013), quando traz que a avaliação de desempenho dos sistemas construtivos da habitação é um grande passo na evolução do setor da construção civil.

A ABNT NBR 15575:2013 está dividida em 6 partes, são elas:

1) Parte 1: Requisitos gerais;
2) Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;
3) Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos;
4) Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE;
5) Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas;
6) Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

Para a elaboração deste estudo, utilizou-se como base os requisitos estabelecidos na parte 4: requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE).

De acordo com a ABNT NBR 15575-4 (2013, p. 5), algumas vedações verticais internas e externas apresentam função estrutural, para essas o SVVIE deve mostrar estabilidade e resistência estrutural, "apresentar nível de segurança considerando-se as combinações de ações passíveis de ocorrerem durante a vida útil da edificação habitacional ou do sistema". Além de atender a ABNT NBR 15575-2, seção 7.3, que irá decorrer sobre os requisitos para a estabilidade e resistência do sistema estrutural e demais elementos com função estrutural.

A parte 4 da norma estipula critérios referentes ao desempenho térmico, acústico, lumínico, e de segurança ao fogo para os sistemas de vedações verticais internas e externas, que serão abordados adiante.

2.4.2 ABNT NBR 10821:2017 (Esquadrias para Edificações)

A ABNT publicou no dia 13 de fevereiro de 2017 a segunda edição da NBR 10821 (Esquadrias para edificações), que foi elaborada pela Comissão de Estudo Especial de Esquadrias (ABNT/CEEE-191). Essa norma foi a principal referência utilizada para a elaboração deste estudo, tendo em vista que, ela irá apontar os requisitos mínimos necessários para o bom desempenho das janelas de alumínio aplicáveis às edificações.

No entender de Rosa (2011), essa atualização faria surgir no mercado novas tecnologias, proporcionando assim, produtos mais eficientes com maior valor agregado, vida útil e um desempenho superior. Expôs o autor que tal medida traria benefícios para todos, fabricantes, construtores e o consumidor final, visto que integraram a CEEE todos os envolvidos na cadeia de produção das esquadrias, as associações representativas, os fabricantes, consultores de esquadrias, laboratórios de ensaio e representantes dos consumidores.

Assim é que visando o alcance do melhor desempenho possível a nova edição da norma contribuiu com o aumento do número de ensaios e avaliações das esquadrias.

A norma em vigor está dividida em 5 partes:

1) Parte 1 – Esquadrias externas e internas – Terminologia;
2) Parte 2 – Esquadrias externas – Requisitos e classificação;
3) Parte 3 – Esquadrias externas e internas – Método de ensaio;
4) Parte 4 – Esquadrias Externas – Requisitos adicionais de desempenho;
5) Parte 5 – Esquadrias Externas – Instalação e manutenção;

A primeira parte da ABNT NBR 10821:2017 apresenta a terminologia aplicada às esquadrias, apresentadas na seção 2.3.1.

A parte 2 da ABNT NBR 10821:2017 apresenta os requisitos e a classificação das esquadrias externas e tem como objetivo garantir que os usuários recebam as esquadrias contendo condições mínimas exigíveis de desempenho (NBR 10821-2, 2017).

A norma estabelece os seguintes requisitos:

> 4.1 A esquadria deve ser fornecida com todos os componentes necessários ao seu funcionamento e características do produto ensaiado, conforme projeto.
> 4.2 Os componentes devem ser de materiais compatíveis com aqueles utilizados na fabricação da esquadria, atendendo às normas específicas de cada componente, e não podem sofrer alterações químicas, físicas ou mecânicas que prejudiquem o seu desempenho durante os ensaios previstos nesta Norma:
> 4.2.1 As roldanas devem atender à ABNT NBR 15969-1.
> 4.2.2 As escovas de vedação devem atender à ABNT NBR 15969-2.

> 4.2.3 As guarnições, quando elastoméricas, em EPDM, devem atender à ABNT NBR 13756. Se forem de outros materiais que não tenham norma específica, devem atender no mínimo ao desempenho equivalente descrito na referida norma.
> 4.2.4 As fechaduras de embutir devem atender à ABNT NBR 14913.
> 4.3 Os contatos bimetálicos devem ser evitados. Caso eles existam, deve-se prever isolamento ou utilização de materiais cuja diferença de potencial elétrico não ocasione corrosão galvânica.
> 4.4 Os materiais utilizados na fabricação das esquadrias devem atender às exigências de normas específicas. (NBR 10821-2, 2017, p. 2).

Quanto às janelas fabricadas em alumínio, objeto de estudo desta pesquisa, a ABNT NBR 10821-2:2017 estabelece que os perfis de alumínio utilizados devem ser protegidos por meio de anodização ou pintura, conforme especificado na ABNT NBR 12609:2014 (Alumínio e suas ligas – Tratamento de superfície – Requisitos para anodização para fins arquitetônicos) e a ABNT NBR 14125:2016 (Alumínio e suas ligas – Tratamento de superfície – Requisitos para revestimentos orgânico pra fins arquitetônicos), seguindo os parâmetros apresentados na seção 2.2.2.1.1 Anodização, e seção 2.2.2.1.2 Pintura, do presente trabalho.

A norma ABNT NBR 10821-2:2017 estabelece ainda que os parafusos utilizados na fixação dos perfis de alumínio devem atender a uma das opções abaixo:

> a) aço inoxidável com estrutura austenítica, conforme ABNT NBR 5601, ou
> b) parafusos de outros materiais, com ou sem revestimento, devem atender ao desempenho da classe 4, conforme BS EN 1670, quando submetida a 240 h em câmara de névoa salina neutra, conforme ABNT NBR 8094. (NBR 10821-2, 2017, p. 3).

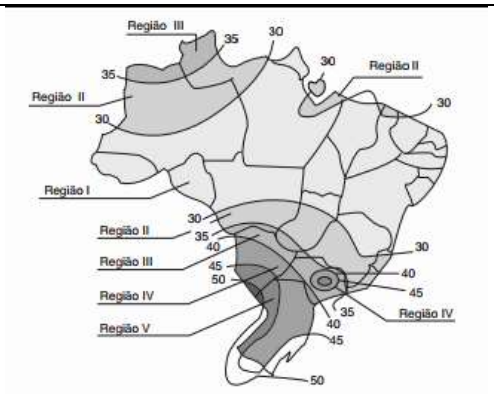
"No caso de estruturas de apoio para receber perfis de alumínio, deve-se evitar os contatos bimetálicos" (NBR 10821-2, 2017, p. 3).

"Os vidros empregados nas esquadrias devem atender à ABNT NBR 7199:2016 (Vidros na construção civil – Projeto, execução e aplicações" (NBR 10821-2, 2017, p. 4),

Um outro aspecto relevante apresentado pela ABNT NBR 10821-2:2017, trata-se de a obrigatoriedade dos fabricantes fornecerem as informações dos produtos por meio de:

a) Catálogos, projetos, atestados ou certificados;
b) Etiquetas, que devem ser fixadas nas esquadrias, obrigatórias no caso de vendas no varejo;
c) Ambiente de utilização da esquadria ou restrição de uso.

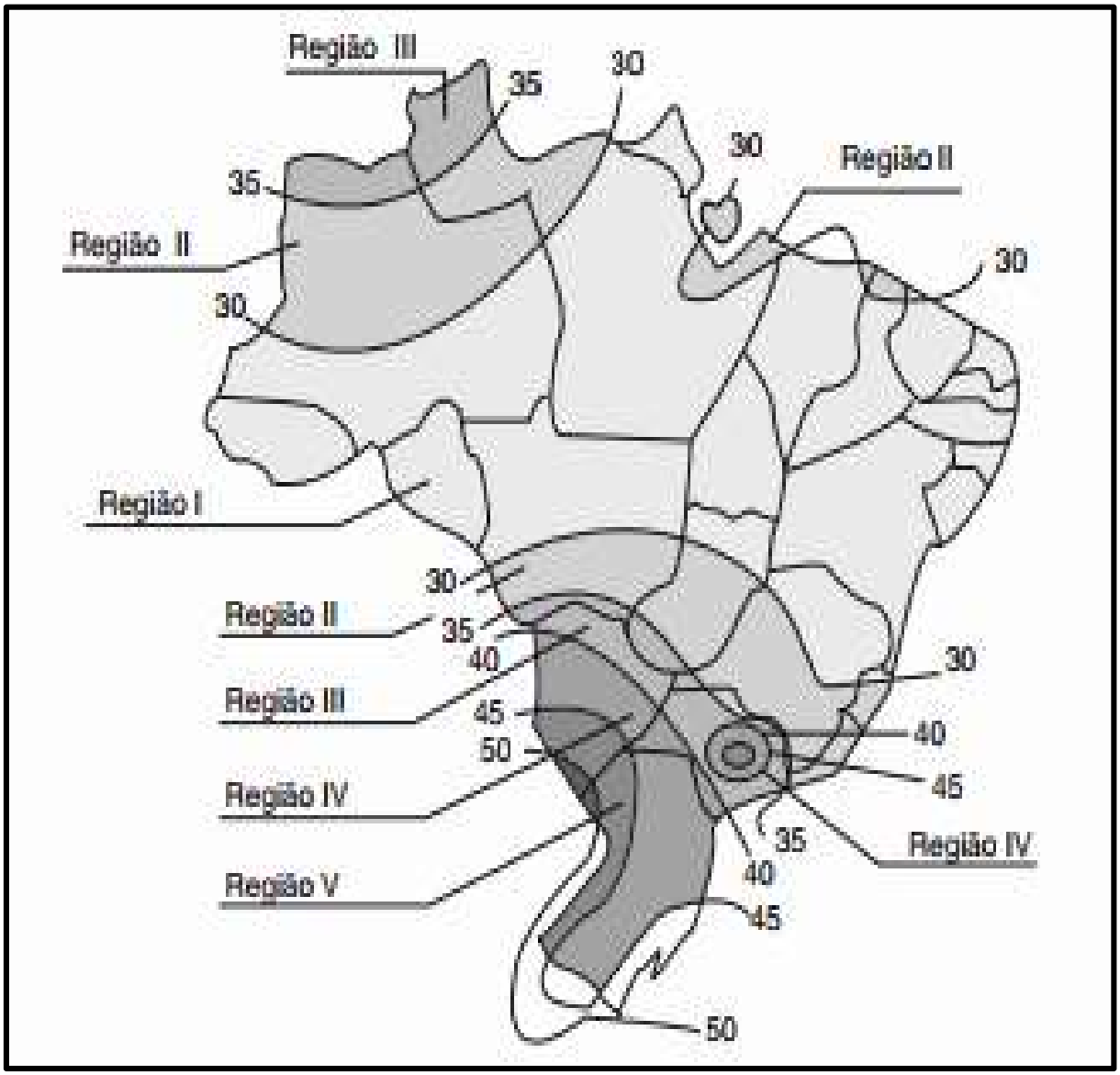
Figura 10 – Modelo de etiqueta de informações e preenchimento de etiqueta.

<table>
<tr><td colspan="4">Fabricante: (nome ou logomarca do fabricante)</td></tr>
<tr><td>Produto</td><td colspan="3">Janela de correr com duas folhas</td></tr>
<tr><td>Dimensão: altura x largura</td><td colspan="3">1000 mm x 1200mm</td></tr>
<tr><td>Espessura e tipo do vidro</td><td colspan="3">Monolítico com 4mm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Classificação técnica do produto
(ABNT NBR 10821)</td><td>Região do país</td><td>Quantidade pavimentos</td></tr>
<tr><td>Nível de desempenho</td><td>Mínimo (M)</td><td>III</td><td>02</td></tr>
<tr><td>Tratamento superfície</td><td>Tipo de tratamento de superfície</td><td colspan="2">Desempenho do tratamento</td></tr>
<tr><td>Para esquadrias de aço, ver o ABNT NBR 10821-3:2017, anexo L</td><td>Pintura Primer</td><td colspan="2">Mínimo (CM) - dois ciclos</td></tr>
<tr><td>Para esquadrias de alumínio anodizadas, atender a ABNT NBR 12609</td><td>Anodização – Classe</td><td colspan="2">A 18 (18µm)</td></tr>
<tr><td>Para esquadrias de alumínio com pintura eletrostática, atender a ABNT NBR 14125</td><td>Pintura – RAL 9003</td><td colspan="2">85 µm</td></tr>
<tr><td>Para reforço metálico em esquadrias de PVC, atender BS 7412</td><td colspan="3">Descrição do material utilizado</td></tr>
<tr><td>Isolação sonora
Classificação</td><td colspan="3">Índice de redução sonora ponderado (Rw:C;C_{tr}) – db
Classificação D (ver ABNT NBR 10821-4:2017, Anexo A)</td></tr>
<tr><td colspan="4">Aplicação:
- Edificação com até dois pavimentos (térreo mais um pavimento)
- Deve ser utilizada em regiões com baixo ruído externo</td></tr>
<tr><td colspan="2">Região de utilização:
Demarcar a região do mapa
- São Paulo – capital
- São Paulo – litoral
-Grande ABC
- Norte do Mato Grosso do Sul
- Sul do Mato Grosso e Goiás
- Norte do Amazonas e Roraima</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="4">RECOMENDAÇÕES
- Convém que este produto seja utilizado apenas em edificações com até dois pavimentos e altura máxima de 6m
- Desempenho térmico e acústico mínimo</td></tr>
<tr><td colspan="4">Características técnicas de acordo com a ABNT NBR 10821:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ensaio:</td><td colspan="2">Resultados</td></tr>
<tr><td colspan="2">- Permeabilidade do ar</td><td colspan="2">Vazão obtida</td></tr>
<tr><td colspan="2">- Estanqueidade de à água</td><td colspan="2">Mínimo 120 Pa</td></tr>
<tr><td colspan="2">- Pressão de vento para o ensaio de deformação</td><td colspan="2">Mínimo 1000 Pa</td></tr>
<tr><td colspan="2">- Resistência às operações de manuseio</td><td colspan="2">Atende</td></tr>
</table>

Fonte: Adaptado ABNT NBR 10821-2 (2017).

A parte 2 da ABNT NBR 10821:2017 evidencia também as condições de ensaios para todos os tipos de esquadrias de acordo com o tipo de edificação onde serão instaladas, visando estabelecer as pressões mínimas necessárias para cada um dos casos levando-se em conta a região do Brasil. A figura 11 a seguir, apresenta o gráfico das isopletas da velocidade do vento em cada região do Brasil.

Figura 11 – Gráfico das isopletas da velocidade básica do vento (V0), em m/s, no Brasil, conforme a ABNT NBR 6123 (Força devidas ao vento em edificações).



Fonte: ABNT NBR 10821-2 (2017).

As pressões de ensaio, de segurança e de água levando-se em consideração a região do Brasil, quantidade de pavimentos e a altura da edificação, podem ser observadas pela tabela 2 apresentada a seguir.

Tabela 2 – Valores de pressão de vento conforme a região do país e o número de pavimentos da edificação.

Quantidade de pavimentos	Altura máxima	Região do país	Pressão de ensaio (Pe) positiva e negativa Pe = Pp × 1,2	Pressão de segurança (Ps) positiva e negativa Ps = Pe × 1,5	Pressão de água (Pa) Pa = PP × 0,20
02	**6m**	**I**	350	520	60
		II	470	700	80
		III	610	920	100
		IV	770	1160	130
		V	950	1430	160
05	**15m**	**I**	420	640	70
		II	580	860	100
		III	750	1130	130
		IV	950	1430	160
		V	1180	1760	200
10	**30m**	**I**	500	750	80
		II	680	1030	110
		III	890	1340	150
		IV	1130	1700	190
		V	1400	2090	230
20	**60m**	**I**	600	900	100
		II	815	1220	140
		III	1060	1600	180
		IV	1350	2020	220
		V	1660	2500	280
30	**90m**	**I**	660	980	110
		II	890	1340	150
		III	1170	1750	200
		IV	1480	2210	250
		V	1820	2730	300

Fonte: Adaptado ABNT NBR 10821-2 (2017).

A ABNT NBR 10821-2:2017 estabelece também que as esquadrias devem atender ao nível de desempenho apresentado no quadro 6 a seguir.

Quadro 6 – Níveis de desempenho das esquadrias quanto ao seu uso (janelas).

Ensaio	Desempenho		
	Mínimo (M)	**Intermediário (I)**	**Superior (S)**
Permeabilidade ao ar	Ver Figura B.1[a] Vazão por área 62,45 m³/h × m²a 163,52 m²/h × m² Vazão por comprimento 15,61 m³/h × m a 40,88 m³/h × m	Ver Figura B.1 Vazão por área 6,66 m³/h × m²a 62,44 m³/h × m² Vazão por comprimento 1,66 m³/h × m a 15,60 m³/h × m	Ver Figura B.1 Vazão por área < 6,65 m³/h × m² Vazão por comprimento < 1,65 m³/h × m
Estanqueidade à água	É permitido PI, conforme 3.7 da ABNT NBR 10821-3:2017. É permitida a presença de água no perfil inferior do marco ou água originada do PI, desde que ocorra escoamento após o término da aplicação da vazão de água com pressão. Não é permitido que a água ultrapasse o plano interno do marco.	Não é permitido PI, conforme 3.7 da ABNT NBR 10821-3:2017. É permitida a presença de água no perfil inferior do marco, desde que ocorra escoamento, após o término da aplicação da vazão de água com pressão. Não é permitido que a água ultrapasse o plano interno do marco.	Não é permitido PI, conforme ABNT NBR 10821-3:2017, 3.7. Não é permitida a presença de água na face interna da esquadria.
Resistência às cargas uniformemente distribuídas	Ver os valores de pressão de acordo com altura da edificação e região do país da edificação		
Operações de manuseio	Esforço aplicado conforme a ABNT NBR 10821-3, com avaliação da deformação residual obtida.		
Segurança nas operações de manuseio	Esforço aplicado conforme a ABNT NBR 10821-3, sem avaliação da deformação obtida, apenas da ruptura e queda de componentes da esquadria.		
[a] Não aplicável a esquadrias instaladas em edificações localizadas na Região I. NOTA 1 - No ensaio de estanqueidade à água, desde que não esteja especificado em contrato e/ou a esquadria não seja instalada em ambientes condicionados, é permitida a ocorrência de permeabilidade inicial (PI), conforme definido na ABNT NBR 10821-3. NOTA 2 - O contratante deve determinar antes do ensaio, qual desempenho que deseja ensaiar.			

Fonte: Adaptado ABNT NBR 10821-2 (2017).

A ABNT NBR 10821-2:2017, indica ainda que os corpos de prova devem reproduzir fielmente o projeto, as especificações e as características construtivas das esquadrias. E o nível de desempenho determinado pelos ensaios de permeabilidade ao ar e estanqueidade a água, devem ser comparados, tendo como resultante as situações apresentadas a seguir para determinar o seu nível de desempenho:

> a) se for obtido o mesmo nível de desempenho, a esquadria é classificada neste nível de desempenho;
> b) se forem obtidos dois níveis de desempenho diferentes e adjacentes, a esquadria é classificada no menor nível de desempenho;
> c) se forem obtidos resultados em duas faixas diferentes de classificação (mínimo e superior), a esquadria é classificada no nível de desempenho mínimo;

> d) se for obtido um nível de desempenho fora das faixas de classificação, a esquadria não é classificada, não atendendo aos requisitos de permeabilidade ao ar e/ou estanqueidade à água. (ABNT NBR 10821-2, 2017, p. 10).

A ABNT NBR 10821:2017 em sua parte 3 especifica os métodos de ensaio para a avaliação de desempenho e classificação de esquadrias para edificações, independentemente do tipo de material. Visando assegurar ao consumidor o recebimento dos produtos em condições mínimas exigíveis de desempenho.

A ABNT NBR 10821-3:2017 expõe os ensaios necessários para cada tipo de janela, bem como a aparelhagem, as condições de ensaio, os procedimentos e relatórios de ensaios.

Já a parte 4 da ABNT NBR 10821:2017 traz como pontos principais a avaliação do desempenho acústico, que é obrigatória, e os demais requisitos como desempenho térmico, iluminação natural, desempenho quanto a funcionalidade, que são apresentados como recomendações.

A quinta parte da ABNT NBR 10821:2017 estabelece as condições adequadas de instalação e manutenção, visando garantir o desempenho estabelecido nas outras partes.

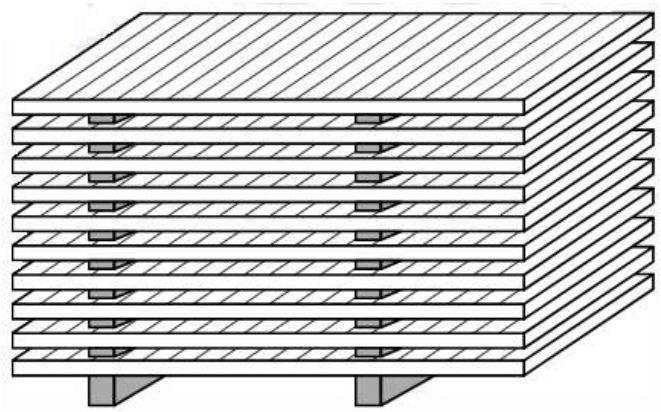
A ABNT NBR 10821-5:2017 define as informações necessárias que deverão constar no manual de instruções, que são no mínimo:

> a) instruções para recebimento e conferência do contramarco e da esquadria na obra;
> b) instruções para o armazenamento e manuseio do contramarco e da esquadria na obra;
> c) instruções sobre a preparação, verificação das condições e conferência das dimensões do vão em que deve ser instalado o contramarco ou a esquadria;
> d) instruções sobre a forma de instalação do contramarco e da esquadria;
> e) instruções sobre a forma de pintura de acabamento da esquadria, quando aplicável;
> f) instruções sobre a forma de instalação dos componentes na esquadria após a pintura de acabamento, quando aplicável;
> g) informação sobre a espessura do vidro utilizado e a sua forma de instalação, que deve atender à ABNT NBR 7199, quando aplicável;
> h) informação sobre a classificação das esquadrias conforme as etiquetas das ABNT NBR 10821-2:2016, Anexo A e ABNT NBR 10821-4:2016, Anexo A;
> i) instruções sobre a manutenção e limpeza da esquadria;
> j) informação referente ao serviço de atendimento ao consumidor;
> k) outras informações julgadas necessárias dependendo do tipo de esquadria. (ABNT NBR 10821-5, 2017, p. 3).

De acordo com a ABNT NBR 10821-5:2017 as esquadrias precisam ser recebidas no local da obra embaladas em plástico ou material que conserve a sua integridade, bem como, devem ser colocadas em locais apropriados de armazenamento, onde possam estar livres de umidade, poeira, longe de local onde tenha circulação de pessoas e sem contato com

o chão. Além, de serem identificadas com o tipo, andar de instalação e outras informações relevantes. A seguir apresentam-se as formas de armazenamento estabelecidos em norma.

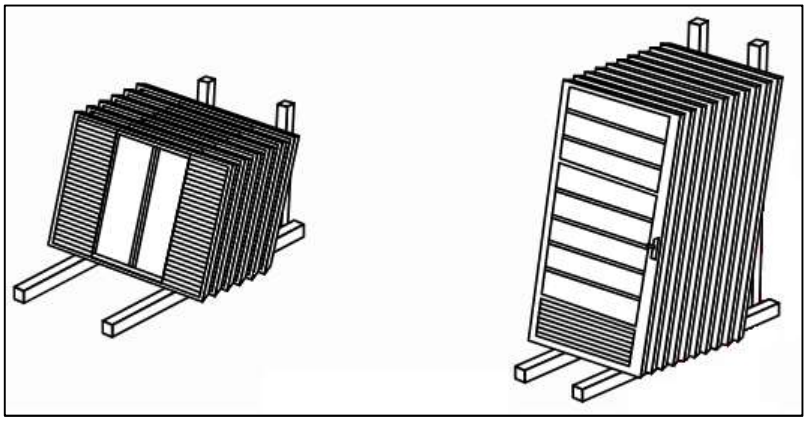
Figura 12 – Modelo de armazenamento horizontal de esquadrias.



Fonte: ABNT NBR 10821-5 (2017).

Na posição horizontal as esquadrias devem ser armazenas em pilhas de 10 e no máximo 15 unidades, e ser separadas umas das outras com calços, além, de serem colocadas afastadas do chão.

Figura 13 – Modelo de armazenamento vertical das esquadrias.



Fonte: ABNT NBR 10821-5 (2017).

Na vertical as esquadrias devem ser colocadas com ângulo de 15° em relação à vertical, afastadas do chão, com proteção para evitar o contato de fechos, dobradiças e fechaduras com os requadros. Devem também, estar separadas com calços e estarem posicionadas das dimensões maiores para as menores.

Esta parte da norma faz ainda referências sobre a instalação das janelas e seus componentes apresentando instruções sobre:

a) Vãos, apresentados na seção 2.3.2 deste trabalho;
b) Vedação, acabamento e pintura: o fabricante deve instruir, de forma clara e objetiva, a forma de realizar a vedação, o acabamento e a pintura;
c) Instalação dos vidros, mostrados na seção 2.3.3;
d) Limpeza e manutenção, exibidos nas seções 2.4.3.5.1 e 2.3.4.5.2.

2.4.3 Requisitos

2.4.3.1 Segurança contra incêndio

Quanto à segurança contra incêndio a ABNT NBR 15575-4:2013 traz como requisito para o SVVIE dificultar a ocorrência da inflamação generalizada no foco do incêndio e não gerar fumaça excessiva, que venha a impedir a fuga dos ocupantes em situações de incêndio.

Na visão de Thomaz (2013, p. 85), a citada norma vem proteger a integridade da edificação e seus usuários:

> Com relação à segurança contra incêndio, a norma visa, em primeiro lugar, a integridade física das pessoas e, depois, a própria segurança patrimonial. Os Critérios de desempenho contemplam recursos para dificultar o princípio de incêndio e a sua propagação, o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo – TRRF de elementos e componentes da construção, as rotas de fuga, a propagação de fumaça, os equipamentos de extinção e também a facilidade de acesso dos bombeiros para combate a incêndios já deflagrados.

Thomaz (2013) afirma ainda que as características dos materiais utilizados na construção civil devem ser determinadas por intermédio de ensaios de reação ao fogo, com o intuito de evitar ou amenizar a propagação do incêndio. Através desses ensaios é possível descobrir a facilidade de ignição dos materiais, a velocidade de propagação do fogo, a quantidade e as características do calor e da fumaça gerada.

Deste modo a quarta parte da ABNT NBR 15575:2013 traz os requisitos mínimos exigidos quanto a este assunto, sendo eles:

a) Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada;
b) Dificultar a propagação do incêndio;
c) Dificultar a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação.

Como critérios para a avaliação do primeiro requisito, as superfícies internas das vedações verticais externas e ambas as superfícies das vedações verticais internas, de acordo com a ABNT NBR 15575-4:2013, devem ser classificadas como:

> a) I, II A ou III A, quando estiverem associadas a espaços de cozinha;
> b) I, II A, III A ou IV A, quando estiverem associadas a outros locais internos da habitação, exceto cozinhas;
> c) I ou II A, quando estiverem associadas a locais de uso comum da edificação;
> d) I ou II A, quando estiverem associadas ao interior das escadas, porém com Dm inferior a 100
> Os materiais empregados no meio das paredes (miolo) – externas ou internas – devem ser classificados como I, II A ou III A. (ABNT, 2013, p. 18).

A norma traz essa classificação dos materiais por meio do quadro 7, apresentado a seguir, de acordo com o método de avaliação previsto.

Quadro 7 – Classificação dos materiais tendo como base o método ABNT NBR 9442.

Classe / Método de ensaio		ISO 1182	NBR 9442	ASTM E662
I		Incombustível Δ ≤ 30 ºC Δm ≤ 50% t_f ≤ 10 s	-	-
II	A	Combustível	Ip ≤ 25	Dm ≤ 450
	B	Combustível	Ip ≤ 25	Dm > 450
III	A	Combustível	25 < Ip ≤ 75	Dm ≤ 450
	B	Combustível	25 < Ip ≤ 75	Dm > 450
IV	A	Combustível	75 < Ip ≤ 150	Dm ≤ 450
	B	Combustível	75 < Ip ≤ 150	Dm > 450
V	A	Combustível	150 < Ip ≤ 400	Dm ≤ 450
	B	Combustível	150 < Ip ≤ 400	Dm > 450
Legenda: **Ip – Índice de propagação superficial de chama.** **Dm – Densidade Específica óptica máxima de fumaça.** **Δm – Variação da massa do corpo de prova.** **Tf – Tempo de flamejamento do corpo de prova.** **ΔT – Variação de temperatura no interior do forno.**				

Fonte: Adaptado da NBR 15575-4 (2013).

O quadro, acima apresentado, classifica os materiais com base na ABNT NBR 9442:1998 (Materiais de Construção – Determinação de índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante – Método de ensaio). Porém a ABNT NBR 15575:2013 diz que esse método não é apropriado se configuradas as condições:

- quando ocorre derretimento ou o material sofre retração abrupta, afastando-se da chama-piloto;
-quando o material é composto por miolo combustível protegido por barreira incombustível ou que pode se desagregar;
- materiais compostos por diversas camadas de matérias combustíveis, apresentado espessura total superior a 25 mm;
- materiais que na instalação conformam juntas através das quais, especialmente, o fogo pode propagar ou penetrar. (ABNT, 2013, p. 21).

Quadro 8 – Classificação dos materiais tendo como base o método EN 13823.

Classe / Método de ensaio		ISO 1182	EM 13823	ASTM E662
I		Incombustível Δ ≤ 30 ºC Δm ≤ 50% t_f ≤ 10 s	-	-
II	A	Combustível	FIGRA ≤ 120 W/s LSF < canto do corpo-de-prova THR600s ≤ 7,5 MJ SMOGRA ≤ 180 m²/s² e TSP600s ≤ 200 m²	FS ≤ 150 mm em 60 s
	B	Combustível	FIGRA ≤ 120 W/s LSF < canto do corpo-de-prova THR600s ≤ 7,5 MJ SMOGRA > 180 m²/s² ou TSP600s > 200 m²	FS ≤ 150 mm em 60 s
III	A	Combustível	FIGRA ≤ 250 W/s LSF < canto do corpo-de-prova THR600s ≤ 15 MJ SMOGRA ≤ 180 m²/s² e TSP600s ≤ 200 m²	FS ≤ 150 mm em 60 s
	B	Combustível	FIGRA ≤ 250 W/s LSF < canto do corpo-de-prova THR600s ≤ 15 MJ SMOGRA > 180 m²/s² ou TSP600s > 200 m²	FS ≤ 150 mm em 60 s
IV	A	Combustível	FIGRA ≤ 750 W/ SMOGRA ≤ 180 m²/s² e TSP600s ≤ 200 m²	FS ≤ 150 mm em 60 s
	B	Combustível	FIGRA ≤ 750 W/s SMOGRA > 180 m²/s² ou TSP600s > 200 m²	FS ≤ 150 mm em 60 s
V	A	Combustível	FIGRA > 750 W/s SMOGRA ≤ 180 m²/s² e TSP600s ≤ 200 m²	FS ≤ 150 mm em 60 s
	B	Combustível	FIGRA > 750 W/s SMOGRA > 180 m²/s² ou TSP600s > 200 m²	FS ≤ 150 mm em 60 s
VI	-	-	-	FS > 150mm em 20s

Legenda:
FIGRA – Índice da taxa de desenvolvimento de calor;
LFS – Propagação lateral da chama;
THR600s – Liberação total de calor do corpo-de-prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas;
TSP600s – Produção total de fumaça do corpo-de-prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas;
SMOGRA – Taxa de desenvolvimento de fumaça, correspondendo ao máximo do quociente de produção de fumaça do corpo-de-prova e o tempo de sua ocorrência;
FS – Tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm indicada na face do material ensaiado;
Δm – Variação da massa do corpo de prova.
Tf – Tempo de flamejamento do corpo de prova.
ΔT – Variação de temperatura no interior do forno.

Fonte: Adaptado da NBR 15575-4 (2013).

Para os casos mencionados, recomenda a citada norma que se deve utilizar a tabela apresentada anteriormente, com base no método adotado pela norma internacional EN 13823/2002 (*Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the termal attack by a single burning*).

Quanto ao segundo requisito que trata de dificultar a propagação do incêndio, a norma estabelece como critério mínimo que as superfícies externas das paredes externas, fachadas, devem classificar-se como I ou II B, em concordância com os quadros 7 e 8, apresentados, observando-se o método de avaliação previsto.

E, para o requisito de dificultar a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação, os sistemas de vedação que compõem as edificações habitacionais devem atender ao prescrito pela ABNT NBR 14432:2001 (Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento).

2.4.3.2 Estanqueidade

A norma em questão traz também, requisitos exigidos quanto a estanqueidade à água, essenciais para o conforto e para segurança dos usuários das edificações abrangidas, e tendo também, um papel fundamental na durabilidade da edificação.

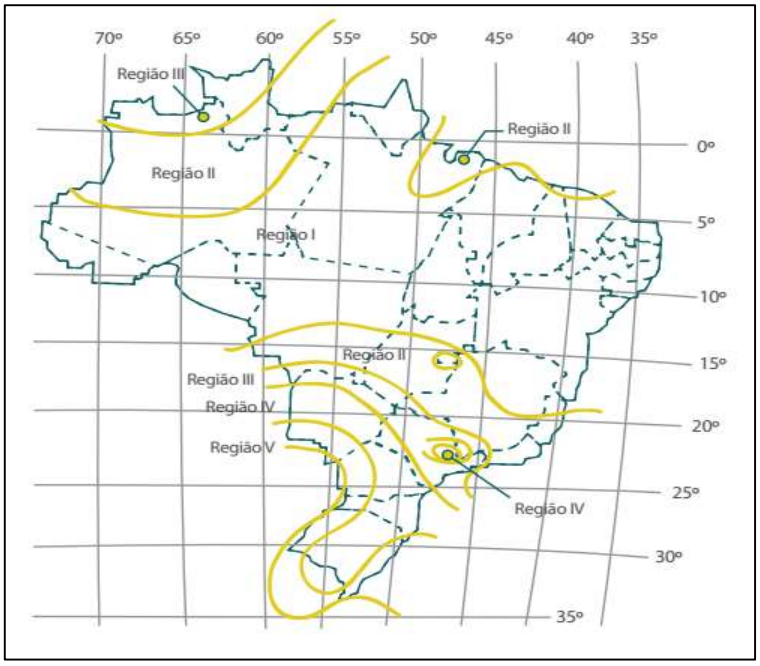
No que se refere, a CBIC (2013, p. 177), traz que " as condições de saúde e higiene nas habitações podem ser comprometidas por uma série de fatores, sendo a umidade fonte potencial de doenças respiratórias, formação de fungos e outros [...]."

Em relação a estanqueidade a CBIC (2013, p. 181), salienta que:

> A estanqueidade à água das paredes de fachada, janelas e coberturas é função não só dos índices pluviométricos do local da obra como também da velocidade característica e da direção do vento. Para as janelas, fachadas-cortina e similares devem ser obedecidas as exigências contidas na norma ABNT NBR 10821.

Para a ABNT NBR 15575-4:2013 os sistemas de vedações verticais externos devem ser estanques à água das chuvas incidentes ou de outras fontes, para isso levando-se em conta a ação dos ventos para a região onde será edificada. As regiões são definidas pela norma conforme a figura 14, apresentada a seguir.

Figura 14 – Condições de exposição conforme as regiões brasileiras.



Fonte: CBIC (2013).

A norma estabelece as condições para os ensaios de estanqueidade à água dos sistemas de vedações verticais externas, conforme cada região do Brasil de acordo com o quadro 9.

Quadro 9 – Condições de ensaio de estanqueidade à água de sistemas de vedações verticais externas.

Região do Brasil	**Condições de ensaio de paredes**	
	Pressão estática Pa	**Vazão de água** L / m² min
I	10	3
II	20	
III	30	
IV	40	
V	50	

Fonte: Adaptado ABNT NBR 15575-4 (2013).

Ainda segundo a ABNT NBR 15575-4:2013, os sistemas de vedações verticais, incluindo as juntas entre a parede e a janela, não poderão ocasionar manifestações patológicas, como infiltrações que resultem em borrifamentos, escorrimentos ou formação de

gotas de água aderentes na face interna, que venham a ocasionar pequenas manchas de umidade, tendo suas áreas limitadas pela tabela 3.

Tabela 3 – Estanqueidade à água de vedações verticais externas (fachadas) e esquadrias.

Edificação	**Tempo de ensaio** h	**Percentual máximo da soma das áreas das manchas de umidade na face oposta à incidência da água, em relação à área total do corpo-de-prova submetido à aspersão de água, ao final do ensaio**
Térrea (só a parede, seja com ou sem função estrutural)	7	10
Com mais de um pavimento (só a parede, seja com ou sem função estrutural)	7	5
Esquadrias	Devem atender à ABNT NBR 10821	
O anexo F contém recomendações relativas a outros níveis de desempenho.		

Fonte: Adaptado ABNT NBR 15575-4 (2013).

Para o sistema de vedação vertical externa deve-se escolher um dos seguintes ensaios:

a) realização de ensaio de tipo, em laboratório, de acordo com o Anexo C, para a verificação da estanqueidade à água de vedações verticais externas;
b) realização de ensaio de tipo em laboratório, de acordo com a ABNT NBR 10821-3, para a verificação da estanqueidade à água de esquadrias externas (janelas, fachadas-cortina e portas externas);
c) análise do projeto.

Assim, para esse requisito a norma estabelece que o nível mínimo para aceitação do nível de desempenho é o M, ou seja, mínimo.

2.4.3.3 Desempenho Térmico

O desempenho término é um critério bastante relevante quanto da escolha das esquadrias, pois está diretamente ligado ao conforto, além de contribuir com a economia de energia, quando diminui a necessidade do ar condicionado (CBIC, 2013).

A CBIC (2013) diz que a satisfação ou insatisfação dos usuários, levando em conta as condições térmicas, irá depender do tipo de atividades no interior do imóvel, quantidade de mobília, tipo de vestimentas, número de ocupantes, idade, sexo e condições fisiológicas e psicológicas dos ocupantes. Por isso, quando se trata de conforto térmico,

sempre está se especificando uma condição média, que atenderá a maioria das pessoas que utilizam o sistema.

A ABNT NBR 15575-4:2013 apresenta as condições de adequação das paredes externas, que deverão apresentar transmitância térmica, que é a transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo, e capacidade térmica entendida como a quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema em kJ/(m2.K), ambas calculadas conforme a ANBT NBR 15220-2:2008 (Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações), de modo a atenderem o desempenho térmico mínimo estabelecido na tabela 4, que segue.

Tabela 4 – Transmitância térmica de paredes externas.

Transmitância Térmica U W/m².K		
Zonas 1 e 2	**Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8**	
$U \leq 2,5$	$\alpha^a \leq 0,6$	$\alpha^a > 0,6$
	$U \leq 3,7$	$U \leq 2,5$
[a] α é absortância à radiação solar da superfície externa da parede.		

Fonte: Adaptado ABNT NBR 15575-4 (2013).

A norma também estabelece os valores mínimos admissíveis para a capacidade térmica (CT) das paredes externas, de acordo com a tabela 5 exposta a seguir.

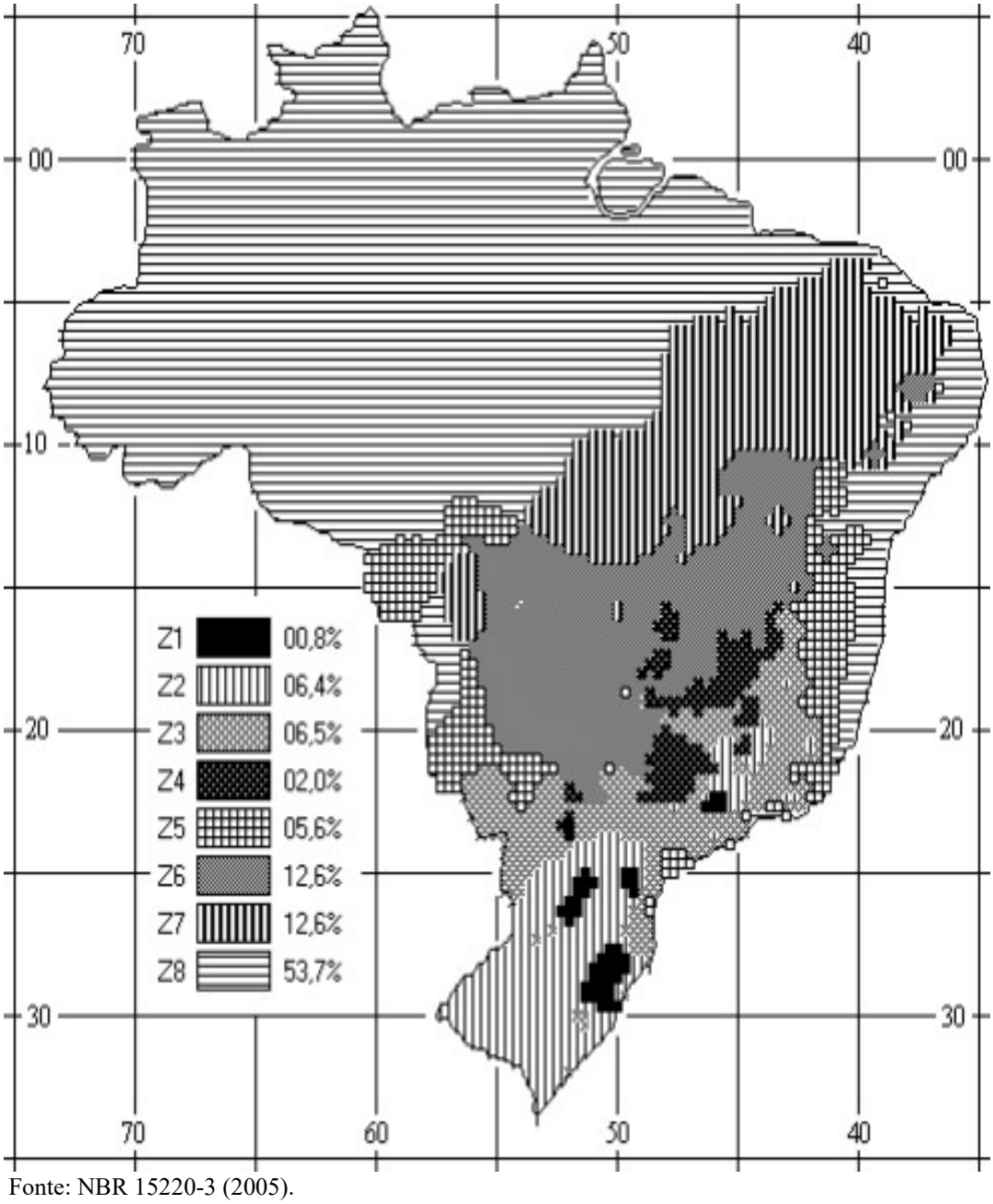
Tabela 5 – Capacidade térmica de paredes externas.

Capacidade térmica (CT) kJ / m².K	
Zona 8	Zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6, e 7
Sem exigência	≥ 130

Fonte: Adaptado NBR 15575-4 (2013).

Saliente-se que devem ser consideradas as zonas bioclimáticas estabelecidas pela ABNT NBR 15220-3:2005 (Desempenho Térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social), expostas na figura 15.

Figura 15 – Zoneamento bioclimático brasileiro.



Fonte: NBR 15220-3 (2005).

A CBIC (2013) salienta que é estabelecido o dia típico de inverno e o dia típico de verão para cada zona climática, estabelecidos com base na temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar.

As aberturas para ventilação nas fachadas das edificações deverão conter dimensões adequadas que proporcionem uma ventilação interna nos ambientes, esse requisito aplica-se para ambientes de longa permanência como salas e dormitórios, conforme o quadro 10 a seguir, com a área mínima de ventilação para esses ambientes (NBR 15575-4, 2013).

Quadro 10 – Área mínima de ventilação em dormitórios e salas de estar.

Nível de desempenho	Aberturas para ventilação – A	
	Zonas 1 a 7 Aberturas médias	Zona 8 Aberturas grandes
Mínimo	A ≥ 7% da área de piso	A ≥ 12% da área de piso – Região norte do Brasil A ≥ 8% da área de piso – Região nordeste e sudeste do Brasil
Nota: Nas zonas 1 a 6, as áreas de ventilação devem ser passiveis de serem vedadas durante o período de frio. Legenda: A – Aberturas para ventilação		

Fonte: Adaptado NBR 15575-4 (2013).

No que diz respeito ao desempenho térmico a ANBT NBR 10821-4:2017 (2017, p. 4) recomentada a seguintes formas de controlar a entrada de calor no ambiente:

> a) que os projetos de arquitetura para os dormitórios, para qualquer região climática, tenham dispositivos de controle de temperatura externos à edificação;
> b) utilizar vidros de controle solar, classificados por transmissão luminosa, fator solar, conforme ABNT NBR 16023;
> c) que os perfis das esquadrias utilizem soluções ou sistemas de redução do efeito de ponte térmica (*thermal break*).

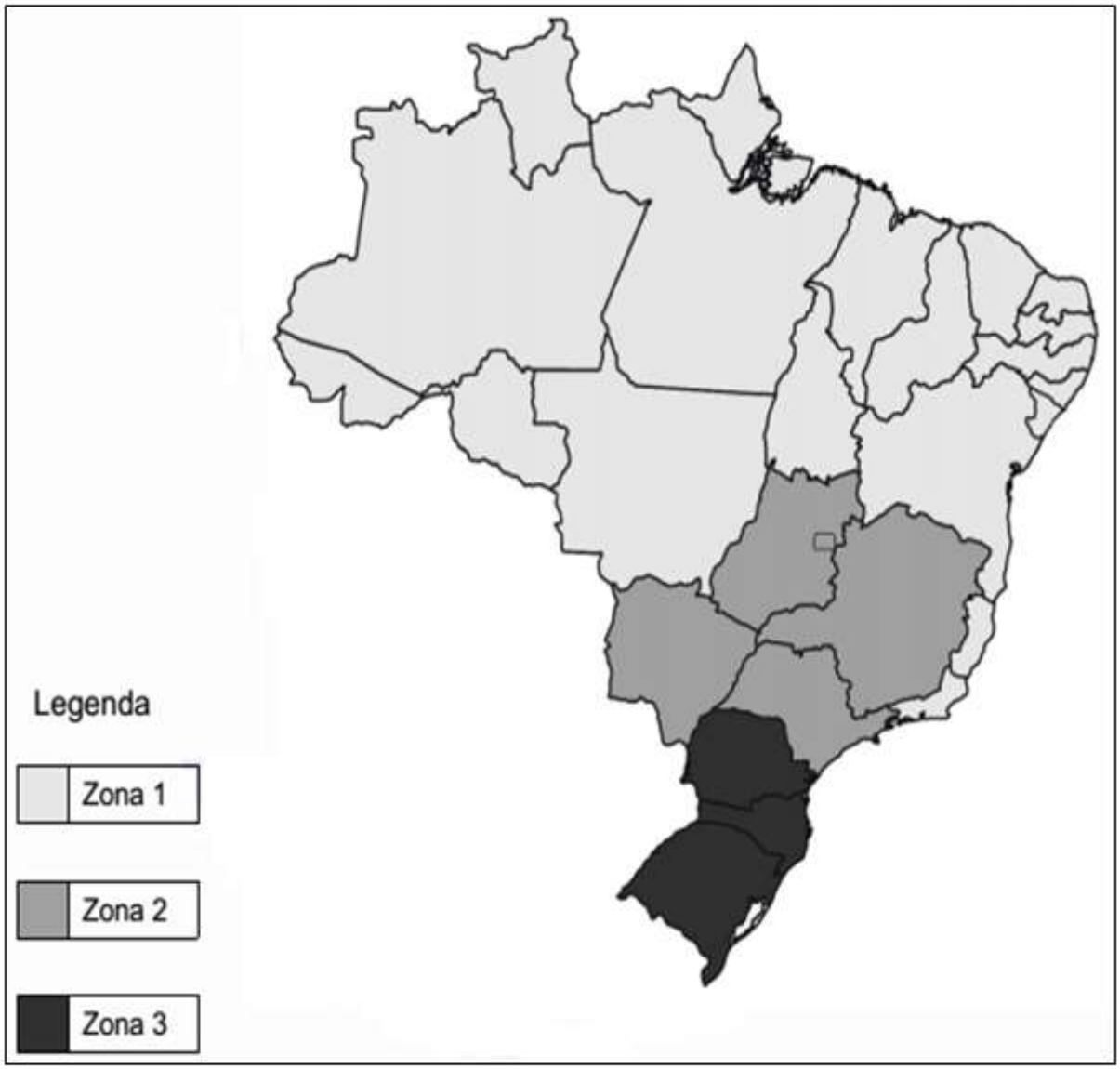
Os níveis de conforto térmico referem-se à quantidade de graus-horas de desconforto (GHd), de acordo com o uso das esquadrias em cada uma das três zonas climáticas brasileiras. Vale salientar que a zona climática utilizada para a obtenção do nível de conforto térmico é diferente da zona definida pela ABNT NBR 15220:2005. Os níveis de desempenho das esquadrias estabelecidos na ABNT NBR 10821-4:2017, são apresentados pela tabela 6, juntamente com o mapa de zoneamento bioclimático brasileiro, figura 16, ambos apresentados a seguir.

Tabela 6 – Níveis de desempenho das esquadrias.

Desempenho	Zona 1	Zona 2	Zona 3
A	GHd ≤ 39000	GHd ≤ 7800	GHd ≤ 22500
B	39000 < GHd ≤ 46000	7800 < GHd ≤ 8600	22500 < GHd ≤ 23500
C	46000 < GHd ≤ 54000	8600 < GHd ≤ 9400	23500 < GHd ≤ 24500
D	54000 < GHd ≤ 64000	9400 < GHd ≤ 10200	24500 < GHd ≤ 25500
E	GHd > 64000	GHd > 10200	GHd > 25500

Fonte: ABNT NBR 10821-4 (2017).

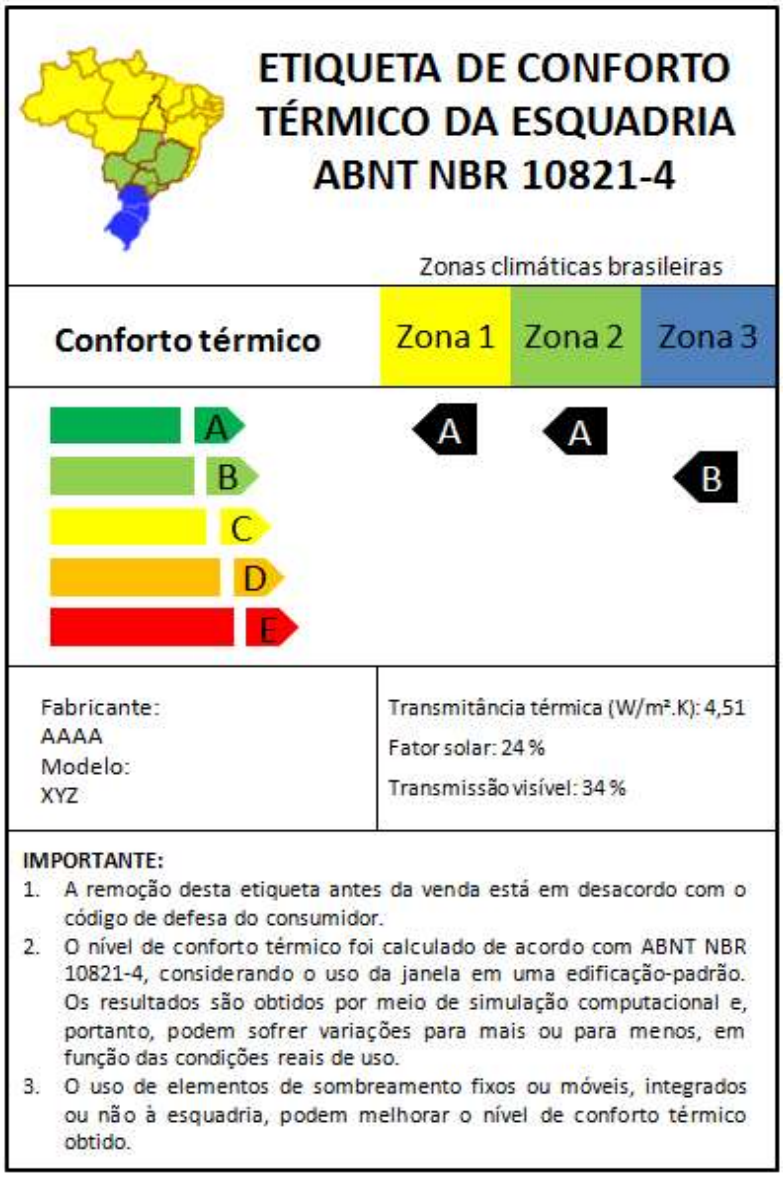
Figura 16 – Zoneamento bioclimático brasileiro para análise do nível de conforto térmico.



Fonte: ABNT NBR 10821-4 (2013).

O modelo de etiqueta de conforto térmico da esquadria, que deverá estar presente no produto identificando o desempenho do mesmo; nesse quesito, a figura 17 ilustra o modelo a ser usado.

Figura 17 – Modelo de etiqueta de indicação do desempenho térmico de esquadrias.



Fonte: ABNT NBR 10821-4 (2017).

2.4.3.4 Desempenho acústico

Com o intuito de diminuir ou excluir os ruídos causados pelos meios internos como vizinhos, instalações prediais e por meios externos como veículos e estabelecimentos comerciais, a norma em questão estabelece os requisitos e critérios para a verificação do

isolamento acústico.

A CBIC (2013 p.154) afirma que “os sons resultam de movimentos vibratórios que se propagam pelo ar ou outros meios segundo ondas com amplitudes e frequências variadas. Quanto maior a amplitude da onda, maior a intensidade sonora [...]”

De acordo com a ABNT NBR 15575-4:2013 entre os métodos utilizados para a verificação do desempenho acústico, devem ser adotados o método de precisão realizado em laboratório, descrito na norma ISO 10140-2 (*Acoustique - Mesurage en laboratoire de l'isolation acoustique des éléments de construction- Partie 2: Mesurage de l'isolation au bruit aérien*), o método de engenharia, realizado em campo e descrito pela norma ISO 140-4 (*Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms*) e pela ISO 140-5 (*Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of facade elements and facades*) e o método simplificado de campo, este descrito pela ISO 10052 (*Acoustics - Field measurements of airborne and impact sound insulation and of service equipment sound - Survey method*). Sendo o método de engenharia o mais preciso entre os métodos de medição de campo. O quadro 11 apresenta os parâmetros de verificação adotados pelos métodos citados.

Quadro 11 – Parâmetros acústicos de verificação.

Símbolo	Descrição	Norma	Aplicação
R_W	Índice de redução sonora ponderado	ISO 10140-2 ISO 717-1	Componentes, em laboratório
$D_{nT,w}$	Diferença padronizada de nível ponderada	ISO 140-4 ISO 717-1	Vedações verticais e horizontais internas, em edificações (paredes etc.)
$D_{2m,nTw}$	Diferença padronizada de nível ponderada a 2m de distância da fachada	ISO 140-5 ISO 717-1	Fachadas, em edificações Fachadas e coberturas em casas térreas e sobrados
Nota – Como as normas ISO referenciadas não possuem versão em português, foram mantidos os símbolos nelas consignados com os seguintes significados: R_W **– índice de redução sonora ponderado *(weighted sound reduction index)*.** $D_{nT,w}$ – **diferença padronizada de nível ponderada *(weighted standardized level difference)*.** $D_{2m,nTw}$ **– diferença padronizada de nível ponderada a 2 *m (weighted standardized level difference at 2m)*.**			

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2013).

A norma indica também os níveis de ruídos admitidos na habitação, exposto no quadro 12 a seguir.

Quadro 12 – Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{2mn,nTw}$, da vedação externa de dormitório.

Classe de ruído	Localização da habitação	$D_{2m,nTw}$ dB	Nível de desempenho
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 20	M
		≥ 25	I
II	Habitação localizada em áreas sujeitas à situação de ruído não enquadráveis nas classes I e III.	≥ 25	M
		≥ 30	I
		≥ 35	S
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transportes e de outras naturezas, desde que esteja de acordo com a legislação.	≥ 30	M
		≥ 35	I
		≥ 40	S

Legenda:
$D_{nT,w}$ – Diferença padronizada de nível ponderada (weighted standardized difference).
$D_{2m,nTw}$ – Diferença padronizada de nível ponderada a 2 m (weighted standardized level difference at 2m).
M – Desempenho mínimo.
I – Desempenho intermediário.
S – Desempenho superior.

Fonte: Adaptado ABNT NBR 15575-4 (2013).

A norma classifica também quanto ao nível de desempenho acústico da vedação entre ambientes.

Tabela 7 – Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, Dnt,w, entre ambientes. (continua)

Elemento	**$D_{nT,w}$ (dB)**
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório.	≥40
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório.	≥45

Tabela 7 – Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, Dnt,w, entre ambientes. (conclusão)

Elemento	**$D_{nT,w}$ (dB)**
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos.	≥40
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadaria dos pavimentos.	≥30
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como *home theater*, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	≥45
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo ***hall*** ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades).	≥40

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2013).

A tabela 8 a seguir, apresenta os níveis de desempenho acústico apresentados pela ABNT NBR 10821-4:2017, de acordo com os resultados de ensaios de isolação sonora das esquadrias feitos a partir da ISO 10140-2 (*Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 4: Measurement procedures and requirements).*

Tabela 8 – Níveis de desempenho das esquadrias.

Ensaio	**Desempenho**			
	D	**C**	**B**	**A**
Índice de redução sonora ponderado R_w (dB)	$R_w < 18$	$18 \leq R_w < 24$	$24 \leq R_w < 30$	$R_w \geq 30$

Fonte: ABNT NBR 10821-4 (2017).

Os níveis de desempenho acústico obtidos nos ensaios em laboratório devem estar disponíveis na etiqueta de informações da esquadria, ver figura 18, bem como a espessura e o tipo de vidro. Caso a esquadria não apresente a etiqueta, as informações devem estar

disponíveis em catálogos, projetos ou certificados (ABNT NBR 10821-4, 2017).

Figura 18 – Modelo de etiqueta de informações e preenchimento de etiqueta.

Fonte: ABNT NBR 10821-4 (2017).

2.4.3.5 Durabilidade e manutenibilidade

A ABNT NBR 15575:2013 indica a vida útil de projeto (VUP) para todos os sistemas da edificação, exigindo que esses sistemas tenham uma durabilidade mínima apresentando os requisitos exigidos. Esta durabilidade será possível desde que procedidas as manutenções periódicas, que também são informadas pela norma.

O Portal do Alumínio (2017), afirma que a durabilidade das esquadrias de

alumínio é fator muito importante para a sua escolha, levando-se em consideração que a manutenção das edificações está cada vez mais normatizada. O Portal do Alumínio nos mostra ainda que as esquadrias de alumínio possuem resistência a corrosão, ocasionado uma maior durabilidade.

A CBIC (2013) defende que os fatores relevantes para a durabilidade das edificações, vão desde a concepção e projeto até os cuidados com limpeza, uso e conservação. Ou seja, desde a concepção do projeto o projetista deve utilizar os materiais e formas que contribuam para a durabilidade das edificações.

Como requisito de durabilidade, a ABNT NBR 15575-4:2013 exige que os projetos de vedações verticais internas e externas devem manter a capacidade funcional e as características estéticas, ambas compatíveis com o envelhecimento natural dos materiais durante a vida útil de projeto.

Tabela 9 – Prazos de vida útil de projeto.

Sistema	VUP anos		
	Mínimo	Intermediário	Superior
Estrutura	≥ 50	≥63	≥ 75
Pisos internos	≥ 13	≥ 17	≥ 20
Vedação vertical externa	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Vedação vertical interna	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Cobertura	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 25	≥ 30
* Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037.			

Fonte: CBIC (2013).

Assim é que se consolida que os SVVIE deverão ter a VUP igual ou superior aos períodos apresentados na tabela 9 exposta anteriormente, além de serem feitas as manutenções preventivas e corretivas, sempre que houver necessidade, estas especificadas no manual de uso, operação e manutenção disponibilizados aos usuários em atenção a ABNT NBR

14037:2014 (Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos).

A VUP só será atingida mediante a adoção fiel dos procedimentos de manutenção indicados no manual do usuário. Sendo que esses devem apresentar periodicidade, forma de realização e de registro das inspeções e das manutenções preventivas e corretivas (CBIC, 2013).

A NBR 15575-4 (2013, p. 31) estabelece que:

> O fabricante do produto, o construtor, o incorporador público ou privado, isolada ou solidariamente, devem especificar em projeto todas as condições de uso, operação e manutenção dos sistemas de vedações verticais internas e externas, especialmente com relação a:
> a) caixilhos, esquadrias e demais componentes;
> b) recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada (fixação de peças suspensas com peso incompatível com o sistema de paredes, abertura de vãos em paredes com função estrutural, limpeza de pinturas, travamento impróprio de janelas tipo guilhotina e outros);
> c) periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções;
> d) periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;
> e) técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção, incluindo-se não restritivamente as pinturas, tratamento de fissuras e limpeza;
> f) menção às normas aplicáveis.

2.4.3.5.1 Limpeza

Quanto a conservação das esquadrias de alumínio a ABNT NBR 10821-5:2017, indica que as esquadrias devem ser limpas, com uma solução de água e detergente neutro, a 5% com auxílio de esponja ou pano macio, em intervalos de:

a) no mínimo a cada três meses em zona urbana ou rural;
b) no mínimo a cada um mês em zona marítima ou industrial.

A norma indica ainda que os trilhos ou marco inferior das janelas de correr sejam constantemente limpos para evitar o acúmulo de poeira, que possam comprometer o desempenho das roldanas, exigindo sua troca precoce, como também indica que deve ser disponibilizado aos usuários procedimentos para limpeza do perfil, vidro, venezianas e dos componentes.

Não é recomendado utilizar:

a) fórmulas de detergentes ou saponáceos, esponjas de aço, ou outro material abrasivo;
b) produtos ácidos ou alcalinos, sua aplicação pode manchar ou tornar opacos os

tratamentos de superfície;

c) objetos cortantes ou perfurantes para auxiliar na limpeza de cantos de difícil acesso. Esta operação deve ser feita com um pincel de cerdas macias;
d) produtos derivados de petróleo (vaselina, removedor, *thiner*, entre outros), tais produtos podem reduzir a vida do acabamento superficial.

2.4.3.5.2 Manutenção

A norma ABNT NBR 5674:2012 (Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção) define como serviço de manutenção a intervenção realizada na edificação e seus sistemas, elementos ou componentes constituintes. Quanto a manutenção das esquadrias, a ABNT NBR 10821-5:2017 indica que deve haver:

a) Procedimento e periodicidade de manutenção do perfil;
b) Procedimento e periodicidade de manutenção do vidro;
c) Procedimento e periodicidade de manutenção das venezianas;
d) Procedimento e periodicidade de manutenção dos componentes.

É indicado pela norma supracitada que:

> As articulações e roldanas, que trabalham sobre uma camada de náilon autolubrificante, dispensam qualquer tipo de graxa ou óleo. Estes produtos de lubrificação não podem ser aplicados às esquadrias, pois, em sua composição, pode haver a presença de ácidos e outros aditivos não compatíveis com os materiais usados na fabricação das esquadrias. (ABNT NBR 10821-5:2017, p.14).

Outra recomendação importante da norma é o reaperto de parafusos que fixam componentes e/ou folhas móveis das esquadrias.

A ABNT NBR 5674:2012, ressalta ainda a importância da elaboração de um plano de manutenção preventiva das edificações, e as esquadrias devem ser contempladas neste plano.

2.4.3.5.3 Garantia

A garantia, segundo a ABNT NBR 15575-1:2013, pode ser definida como o direito do consumidor de reclamar reparos, recomposição, devolução ou substituição do produto adquirido. A norma supracitada recomenda ainda prazo de garantia de partes das esquadrias e seus componentes, conforme apresentado no quadro 13 a seguir.

Quadro 13 – Prazos de garantia.

Parte da esquadria e/ou componente	Prazo garantia
Partes móveis (inclusive recolhedores de palhetas, motores e conjuntos elétricos de acionamento)	1 ano
Borrachas, escovas, articulações, fechos e roldanas	2 anos
Perfis de alumínio, fixadores e revestimentos em painel de alumínio	5 anos

Fonte: Elaboração dos autores (2017).

É dever dos fornecedores indicarem o uso e operação correto dos sistemas, bem como, a caracterização do mau uso e ou operação, que levem a perda da garantia do produto.

2.5 ESPECIFICAÇÃO DAS JANELAS DE ALUMÍNIO

Um fator determinante para obter-se um bom desempenho de um produto, é que o mesmo atenda às recomendações das normas aplicáveis para a sua categoria.

> Mesmo contando com a garantia do fornecedor, o produto já instalado e com problemas no seu desempenho e qualidade trará grandes transtornos, pois muitas vezes não é possível solucionar no próprio local. O produto esquadria deve ser projetado, fabricado e instalado dentro de padrões mínimos de qualidade estabelecidos pela Norma Técnica vigente. Todos devem estar cientes das características do produto que está adquirindo: consumidor final, construtor, arquiteto, engenheiro ou simplesmente o comprador. (Viesti, 20__, p. 1)

Para uma correta especificação das janelas de alumínio existem alguns critérios que devem ser respeitados. Deve-se conhecer o nível de desempenho desejado, as características técnicas da esquadria, a eficiência, a qualidade do produto, e as normas aplicáveis.

Primeiramente deve-se conhecer as normas aplicáveis ao produto, no caso das janelas de alumínio, estas devem atender aos requisitos das normas abordadas neste trabalho, NBR 15575:2013 e NBR 10821:2017, e as normas referenciadas por estas.

O nível de desempenho desejado é um outro fator preponderante para escolha da esquadria, e deve atender aos seguintes requisitos da NBR 10821:2017, segundo a CBIC (2017, p. 45):

- Permeabilidade ao ar;
- Estanqueidade à água;
- Resistência às cargas uniformemente distribuídas;
- Resistência às operações de manuseio;
- Manutenção da segurança durante os ensaios de resistência às operações de manuseio;
- Resistência à corrosão;
- Desempenho acústico;
- Desempenho térmico;
- Iluminação e ventilação natural.

E finalmente determina-se a tipologia da esquadria que se aplica ao projeto, especificando-se o tipo de movimentação das janelas, apresentados na seção 2.3.1 do presente trabalho, verificando a viabilidade de instalação, e se o tipo de abertura é aplicável ao local de instalação conforme estabelecidos pelas normas.

É pertinente ainda segundo, Viesti (20__), anotar as dimensões dos vãos, realizar a análise estrutural, observar a procedência e origem da matéria-prima a ser utilizada, realizar o ensaio laboratorial do protótipo da esquadria de acordo com a NBR 10821-3:2017, buscar a perfeita fabricação do produto seguindo os projetos aprovados, efetuar a instalação do produto com a fiscalização e revisão final, e escolher um fabricante que esteja comprometido com a cultura da qualidade, e com os programas setoriais (PSQ), destinados ao trabalho de qualificação dos fabricantes do setor.

3 PESQUISA DE CAMPO

Ao realizar-se uma pesquisa deve-se ter claramente definido o objetivo desta, na compreensão de Rauen (2009), o estudo de campo busca aprofundar uma realidade específica. Complementa ainda Rauen (2013), que o objetivo de uma pesquisa é a indicação do resultado pretendido, sendo assim, pode-se afirmar que uma pesquisa é composta de três fases principais: planejamento, execução e relato. Para atingir o objetivo primeiramente é necessário haver um planejamento definindo: como será feita a pesquisa, quando será feita, e por quem será feita.

A fase de execução da pesquisa começa quando se efetiva o planejamento proposto para execução da mesma, porém é importante ressaltar que a fase de execução não se limita a execução do que foi planejado, pois poderão haver aspectos não contemplados no planejamento e que necessitam ser avaliados. (RAUEN, 2013).

O relato consiste na apresentação dos dados obtidos, sendo apresentado não somente os dados, como também uma análise discorrendo sobre estes. (RAUEN, 2013).

Para atingir os objetivos propostos a este trabalho, foram realizadas pesquisas em normas, bases de dados, e literaturas para obter-se uma fundamentação teórica sobre o tema abordado, apresentados no capítulo 2 deste trabalho. Paralelamente aplicou-se pesquisas de campo, para confrontar as indicações das normas técnicas abordadas, com a realidade, buscando-se evidenciar o cumprimento das normas técnicas pelos fabricantes de esquadrias de alumínio e construtores.

As pesquisas foram feitas por dois métodos: qualitativos e quantitativos.

A pesquisa qualitativa foi feita por meio de análise em manuais disponibilizados aos proprietários das unidades comercializadas nas edificações, onde foi estudado estes documentos procurando evidenciar o cumprimento, ou não, das normas técnicas.

As pesquisas quantitativas foram feitas por meio de questionários aplicados à fabricantes de esquadrias e à construtores. Estes questionários apresentam dados que serão analisados graficamente, apresentando números absolutos sobre o cumprimento das normas técnicas por parte dos objetos da pesquisa.

3.1 ANÁLISE DE MANUAL DO PROPRIETÁRIO

O manual do proprietário é um documento fornecido aos usuários na entrega das obras. Segundo a ABNT 15575-1:2013, este é um documento que reúne apropriadamente

todas as informações necessárias para orientar as atividades de operação, uso e manutenção.

Associa-se ainda a ABNT NBR 10821-5:2017 indicando que as esquadrias devem ter um manual de instruções, de fácil entendimento. Já as instruções de manutenção e limpeza devem atender a ABNT NBR 5674:2012, bem como, as recomendações de fornecedores de componentes.

Para esta análise foram verificados seis manuais de proprietários, fornecidos por construtoras, verificando se as indicações referentes as janelas de alumínio atendem as indicações normativas pertinentes. As edificações aos quais estes manuais fazem referência, são de diferentes construtoras, localizam-se em Santa Catarina, sendo quatro na região da grande Florianópolis, um em Criciúma e um em Tubarão. Os manuais serão identificados por letras, para preservar o sigilo das construtoras.

3.2 PESQUISA FABRICANTES DE JANELAS DE ALUMÍNIO

Realizou-se uma pesquisa, por meio de um questionário eletrônico, enviado via e-mail, aos fabricantes de janelas de alumínio, objetivando-se obter dados que possibilite identificar o atendimento às normas abordadas. Foram consultados dois fabricantes da Grande Florianópolis, e três fabricantes de municípios da região da Amurel. O questionário traz os seguintes questionamentos:

1. Como a empresa controla a qualidade dos materiais utilizados na fabricação das esquadrias de alumínio?
2. A empresa é homologada, certificada pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e atende a NBR 10821 (Esquadrias para Edificações)?
3. Quais as principais dificuldades de instalação, das janelas de alumínio, encontradas na obra?
4. Quais as principais recomendações de manutenção das janelas de alumínio dadas pela empresa?
5. Que tipo de defeito a garantia cobre e qual o prazo de garantia?

O modelo do questionário eletrônico está apresentado no Anexo A. Os resultados obtidos, e análises serão apresentados na seção 4.1.

3.3 PESQUISA CONSTRUTORES

Aos construtores, assim como aos fabricantes, foi feito pesquisa por meio de questionário eletrônico, enviados via e-mail, para obter dados pertinentes às obras, e compará-los as indicações das normas pertinentes. Foram consultados quatro construtores da grande Florianópolis e seis construtores da região da Amurel. Foram feitos os seguintes questionamentos:

1. Quais são os principais tipos de materiais utilizados por sua empresa nas janelas instaladas em novas edificações?
2. Principais critérios utilizados pela empresa para a escolha do material que será utilizado nas janelas?
3. Qual tipo de acabamento recebem os perfis utilizados?
4. A empresa, em sua maioria, utiliza janelas de alumínio padronizadas (produzidas em escala de acordo com o catálogo de cada fabricante) ou especiais (sob medida para cada tipo de edificação)?
5. Os fornecedores das esquadrias são homologados? Certificados pelo PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat), e que consequentemente, atendem a NBR 10821.
6. Cite as principais patologias ocorridas nas janelas de alumínio instaladas em suas obras.

O modelo do questionário eletrônico está apresentado no Anexo B. Os resultados obtidos, e análises, serão apresentados na seção 4.2.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A apresentação dos dados, segundo Rauen (2009, p. 6), "é a evidência das conclusões e a interpretação consiste no contrabalanço dos dados com a teoria."

4.1 ANÁLISE PESQUISA FABRICANTES

Com o questionário enviado aos fabricantes de janelas de alumínio, buscou-se saber a importância que a empresa pesquisada dá quanto ao atendimento das normas.

A seguir será apresentado em quadros as respostas obtidas das empresas pesquisadas, logo após será feita a análise das respostas.

A primeira pergunta da pesquisa foi como a empresa controla a qualidade dos materiais utilizados nas janelas de alumínio. A seguir será apresentado o quadro 14, contendo as respostas obtidas.

Quadro 14 – Como os fabricantes controlam a qualidade do material utilizado na fabricação das esquadrias de alumínio.

Fabricante	**Respostas – Controle do material utilizado na fabricação**
A	No momento manualmente, mas estamos nos programando para fazer controles informatizados.
B	No recebimento é feito amostragem dos materiais, e precisa estar de acordo com os critérios da empresa.
C	Através de seleção de fornecedores e por inspeção criteriosa dos produtos na empresa.
D	A empresa controla de acordo com a norma NBR 14698 para vidros temperados e NBR 10821 para esquadrias em edificações e as demais normas vigentes correspondentes à cada material.
E	Adquirindo material de fornecedores homologados que fabricam materiais aprovados com base nas normas de segurança e vedação.

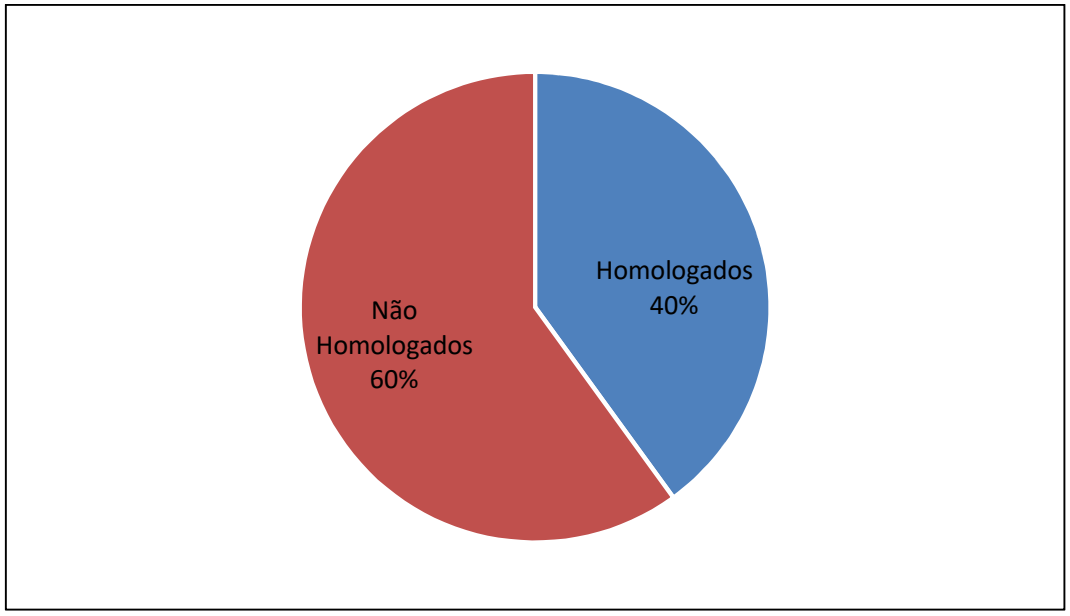
Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Conforme exposto no quadro 14, verifica-se que todas as empresas pesquisadas possuem a preocupação com o controle do material que será empregado na fabricação das janelas de alumínio. Porém, nota-se também que, a empresa D e E citam as normas como referência para o controle do material, mostrando assim, terem a preocupação em relação aos requisitos estabelecidos em normas.

A AFEAL (2017) ressalta a importância de os fabricantes de esquadrias de alumínio utilizarem materiais de boa qualidade visando o bom funcionamento do conjunto. Ainda de acordo com a AFEAL, os materiais devem ser escolhidos de forma que sigam o padrão de desempenho que se espera da peça. Além da preocupação com o alumínio extrudado a empresa deve ter também o cuidado com a qualidade dos componentes que irão fazer parte das janelas de alumínio como os parafusos, arruelas, linguetas de fechos, contrafechos e roldanas.

No gráfico 3 a seguir, serão apresentadas as respostas da segunda pergunta do questionário, que trata se as empresas fabricantes das esquadrias são, ou não, homologadas pelo PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat).

Gráfico 3 – Porcentagem de fabricantes homologados.



Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Conforme verifica-se no gráfico 3 apresentado, apenas 40% dos fabricantes de esquadrias de alumínio, participantes da pesquisa, são homologados pelo PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat), que se propõe a manter a conformidade com as normas técnicas, de modo a combater a não conformidade na fabricação, importação e

distribuição dos materiais (AFEAL, 2005).

O PBQP-H visa atingir e manter a qualidade, garantindo aos compradores confiança no produto, bem como, fornecer informações que permitam a constante evolução da conformidade setorial e o combate a não conformidade sistemática (PBQP-H, 20__).

Outro questionamento foi quanto às principais dificuldades de instalação, das janelas de alumínio, encontradas nas obras.

Quadro 15 – Principais dificuldades de instalação encontradas nas obras.

Fabricante	**Respostas – Principais dificuldades de instalação encontradas em obra.**
A	Falta de pessoal qualificado.
B	Cronograma da obra irregular, requadro das aberturas fora de esquadro e mal instalação de contra marcos.
C	Contramarco mal feito, sujeira, pintura após instalação das janelas.
D	Requadros sem a utilização de contramarco, não garantindo uma boa vedação da esquadria.
E	Edificação sem o preparo e acabamento necessário para uma boa instalação.

Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Como observa-se, no quadro 15 anteriormente apresentado, a principal reclamação por meio dos fabricantes quanto as dificuldades na hora da instalação das janelas de alumínio, está atrelada a falta de mão de obra qualificada. O site Capital Contabilidade (2017), em um de seus artigos, informa que um estudo, realizado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), apontou que pelo menos 74% das empresas ligadas a construção civil encontram dificuldades na seleção de trabalhadores com as qualificações necessárias para as vagas que precisam ser preenchidas.

A Brasil Engenharia (2013), salienta ainda que, a falta de mão de obra qualificada pode influenciar diretamente no seu resultado, o que poderá acarretar diversos problemas para as empresas do segmento e aos consumidores finais, como atraso na entrega, perda de qualidade e gastos excessivos com materiais. Isso mostra a importância de os construtores estarem constantemente investindo na qualificação profissional de seus funcionários.

O quadro 16 a seguir expressa as recomendações dadas pelos fabricantes pesquisados, em relação a manutenção das janelas de alumínio.

Quadro 16 – Recomendações de manutenção dadas pelas empresas fabricantes.

Fabricante	**Respostas – Recomendações de manutenção dada pela empresa**
A	Fornecemos contrato, onde constam manutenções programadas.
B	Limpeza não deixar sem utilizar por período maior que 2 meses.
C	Limpeza periódica.
D	Limpeza semestral (zona urbana), Limpeza mensal (região marítima e industrial), manutenção e conservação.
E	Utilizando para o qual foi destinada, limpeza e manutenção preventiva.

Fonte: Elaboração dos autores (2017).

De acordo com as respostas dos fabricantes, anteriormente expostas no quadro 16, a principal recomendação de manutenção dada pelas empresas ao consumidor final, trata da limpeza das peças. Visto que, o alumínio é um material resistente à corrosão, uma vantagem que somado aos tratamentos de superfície que o perfil recebe, como pintura eletrostática ou anodização, faz com que a janela possua uma grande longevidade, sem a necessidade de reparos com pinturas.

A limpeza e manutenções nas esquadrias de alumínio devem ser feitas conforme estabelecido na NBR 10821:2017, conforme mencionado nas seções 2.4.3.5.1 e 2.4.3.5.2 do presente estudo.

A quinta e última pergunta da pesquisa, feita com os fabricantes das janelas de alumínio, tratava sobre a garantia do produto, caso ocorresse alguma manifestação patológica, informando o prazo e garantias cobertas pela empresa.

Quadro 17 – Tipos de defeitos cobertos pela garantia e prazos de garantia.

Fabricante	**Respostas – Tipos de defeitos cobertos pela garantia e prazo.**
A	Garantia conforme o código de defesa do consumidor.
B	Problemas de fabricação, e garantia é 5 anos.
C	Defeitos de fabricação, por cinco anos.
D	Garantia de 5 anos para pintura eletrostática dos perfis e 2 anos para acessórios. O prazo de garantia descrito poderá ser automaticamente suspenso e cancelado se não estiverem de acordo com as recomendações informadas em contrato.
E	5 anos de garantia, defeito de fabricação ou qualquer material ou acessório que apresente problema de sua fabricação.

Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Como visto no quadro 17, mostrado anteriormente, todas as empresas praticam a garantia contra defeitos de fabricação por uma vigência de 5 anos para os perfis utilizados. Porém a empresa E dá 5 anos de garantia para qualquer material ou acessório que venha a apresentar problemas em sua fabricação.

Os prazos de garantia devem ser praticados conforme estabelecido na ABNT NBR 10821:2017, e apresentados na seção 2.4.3.5.3 deste trabalho.

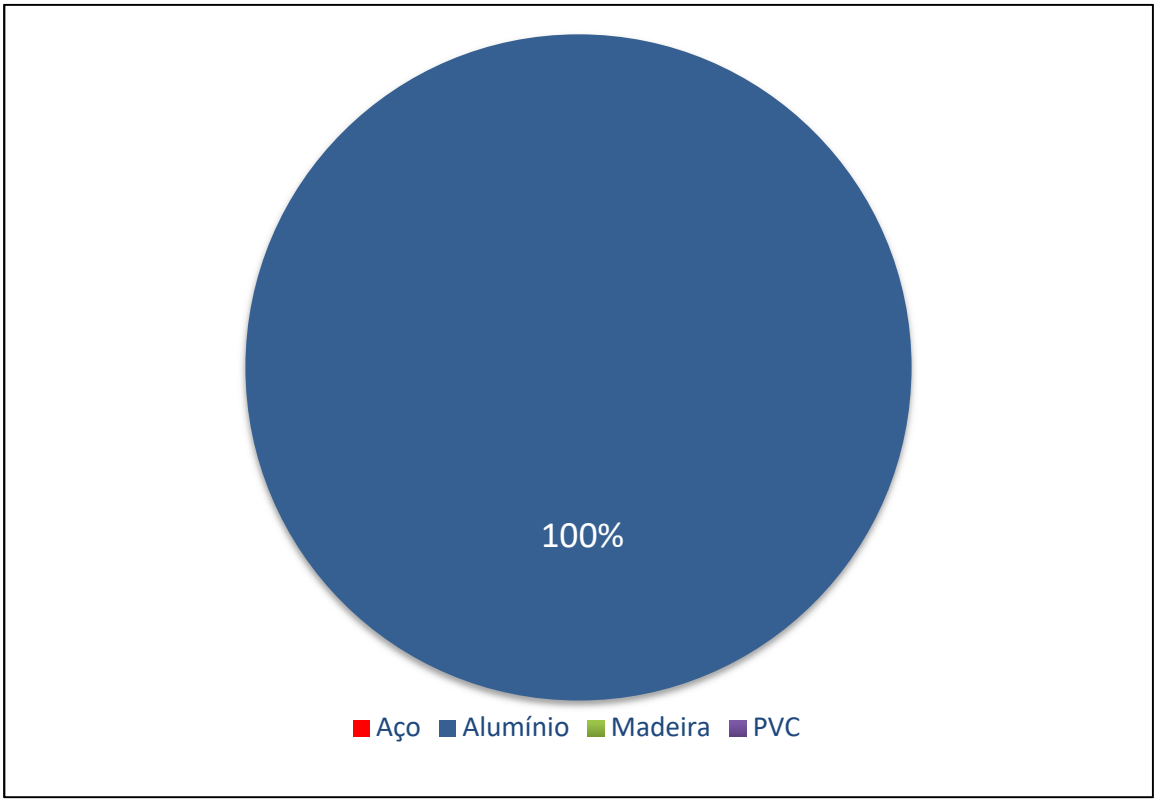
Posteriormente, na seção 4.3.3, será analisado a questão da garantia informada pelos manuais fornecidos pelas construtoras.

4.2 ANÁLISE PESQUISA CONSTRUTORES

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos com a pesquisa respondida pelos construtores.

Com a primeira pergunta do questionário, buscou-se evidenciar qual o principal material utilizado nas janelas, pelas construtoras.

Gráfico 4 – Principais tipos de materiais utilizados nas janelas pelas construtoras da região.



Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Conforme verifica-se no gráfico 4 apresentado anteriormente, em todas as construtoras pesquisadas, o principal material das janelas utilizadas nas edificações é o alumínio.

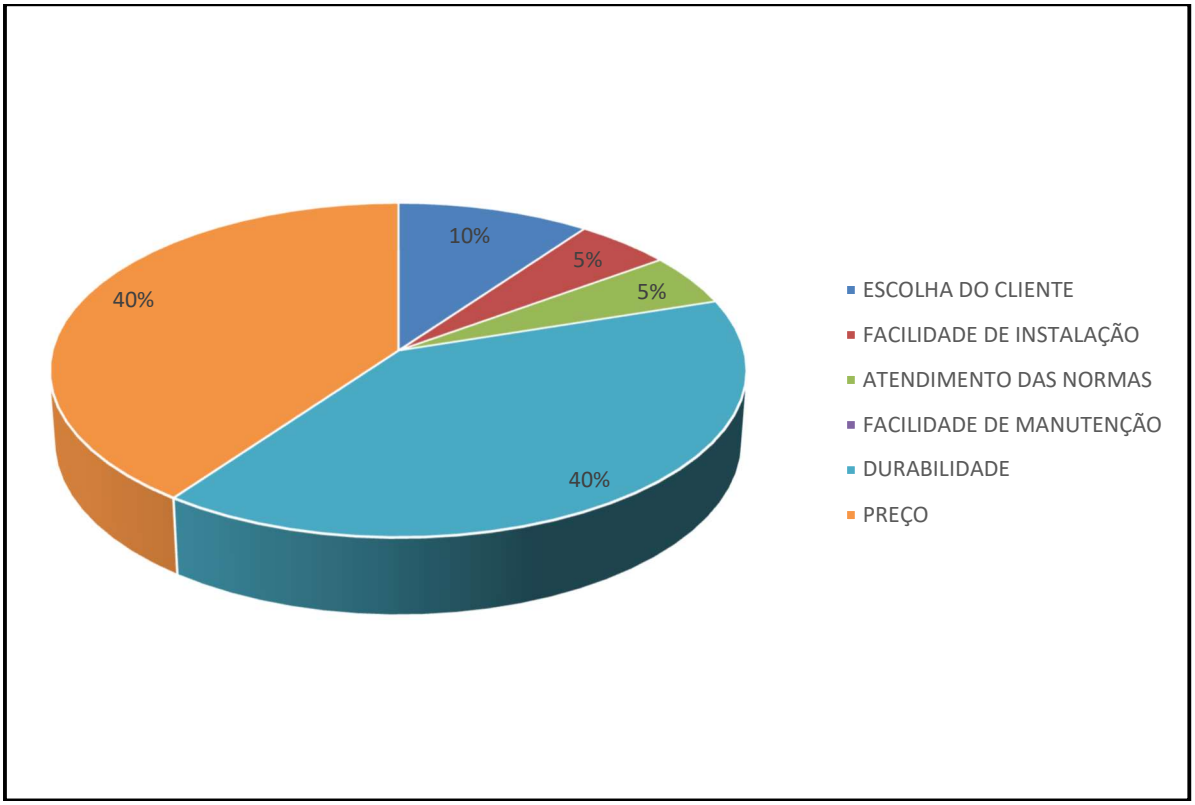
Embora existam projetos que utilizam outros tipos de materiais para as janelas, o alumínio tem sido o mais comum, pois conforme citado anteriormente no presente trabalho, ele apresenta diversas vantagens em relações aos outros materiais, como: madeira, aço e PVC.

Dentre tantas outras vantagens destacam-se a durabilidade, a versatilidade aos

mais variados tipos de projetos e diferentes dimensões de vãos, design, dentre outros fatores (Porta do Alumínio, 2017).

O gráfico 5 a seguir expõe as respostas dos construtores, quanto aos critérios utilizados pela empresa para a escolha dos tipos de matérias utilizados nas janelas.

Gráfico 5 – Principais critérios utilizados pela empresa para a escolha do material das janelas.



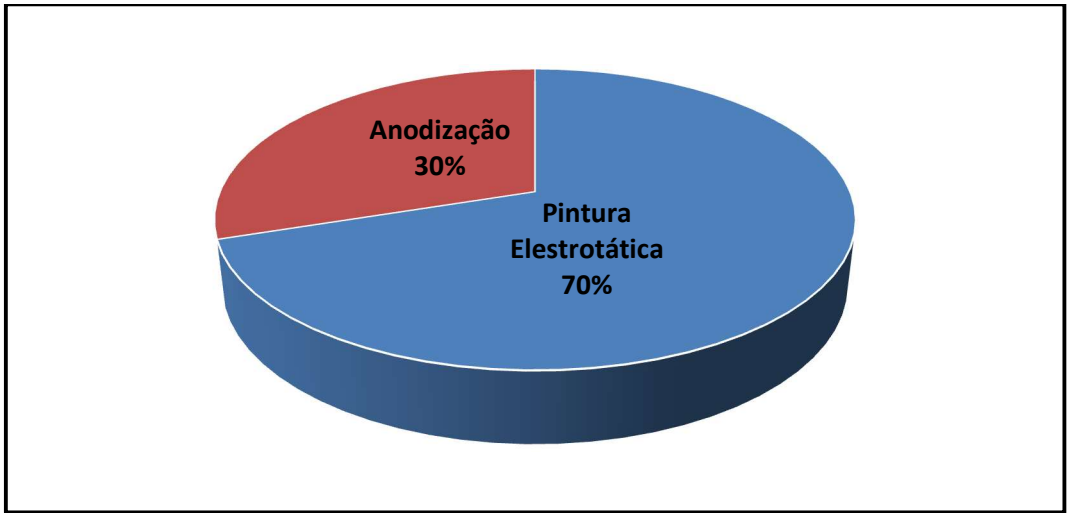
Fonte: Elaboração dos autores (2017).

De acordo com o gráfico 5 apresentado, verifica-se que os principais critérios para a escolha dos tipos de materiais das janelas, conforme as respostas obtidas das construtoras pesquisadas, são em primeiro lugar o preço e a durabilidade, ambos foram indicados em 40% das respostas do questionário como os principais critérios para a escolha do tipo de material.

Observa-se também que em 10% das respostas, as empresas pesquisadas citaram que o critério utilizado é a exigência do cliente final. Já o critério atendimento das normas, que julga-se ser o mais importante, pois as construtoras deveriam em primeiro lugar buscar escolher os materiais que atendem os requisitos da NBR 10821:2017 e NBR 15575:2013, teve apenas 5% das respostas. Ficando no mesmo patamar da facilidade de instalação.

A seguir será apresentado os tipos de acabamentos das janelas de alumínio que as empresas mais utilizam.

Gráfico 6 – Acabamento das janelas de alumínio.



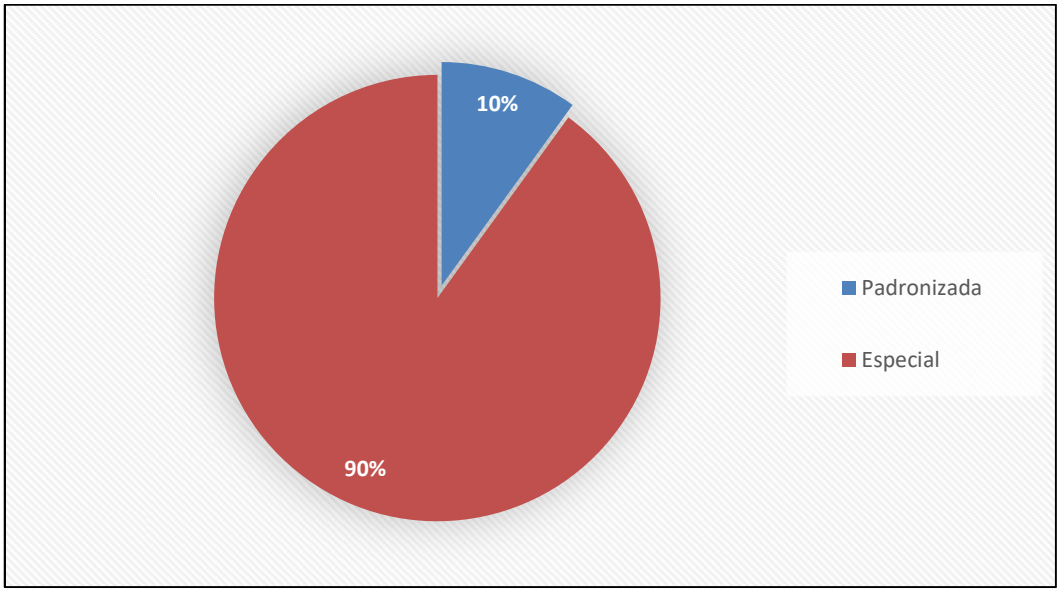
Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Como verifica-se no gráfico 6, a maior parte das janelas de alumínio utilizadas pelas empresas nas edificações recebem o acabamento com pintura eletrostática.

A Tempermed (2016), afirma que os arquitetos e engenheiros podem escolher o tipo de acabamento que acharem mais adequado às normas técnicas vigentes.

A seguir será analisado a próxima pergunta do questionário, que trata sobre os tipos de janelas utilizas, onde se tem as especiais que são aquelas feitas sob medida de acordo com a necessidade de cada projeto, ou as padronizadas que são fabricadas em massa pelos fornecedores e vendidas por meio de catálogos e lojas de materiais de construção.

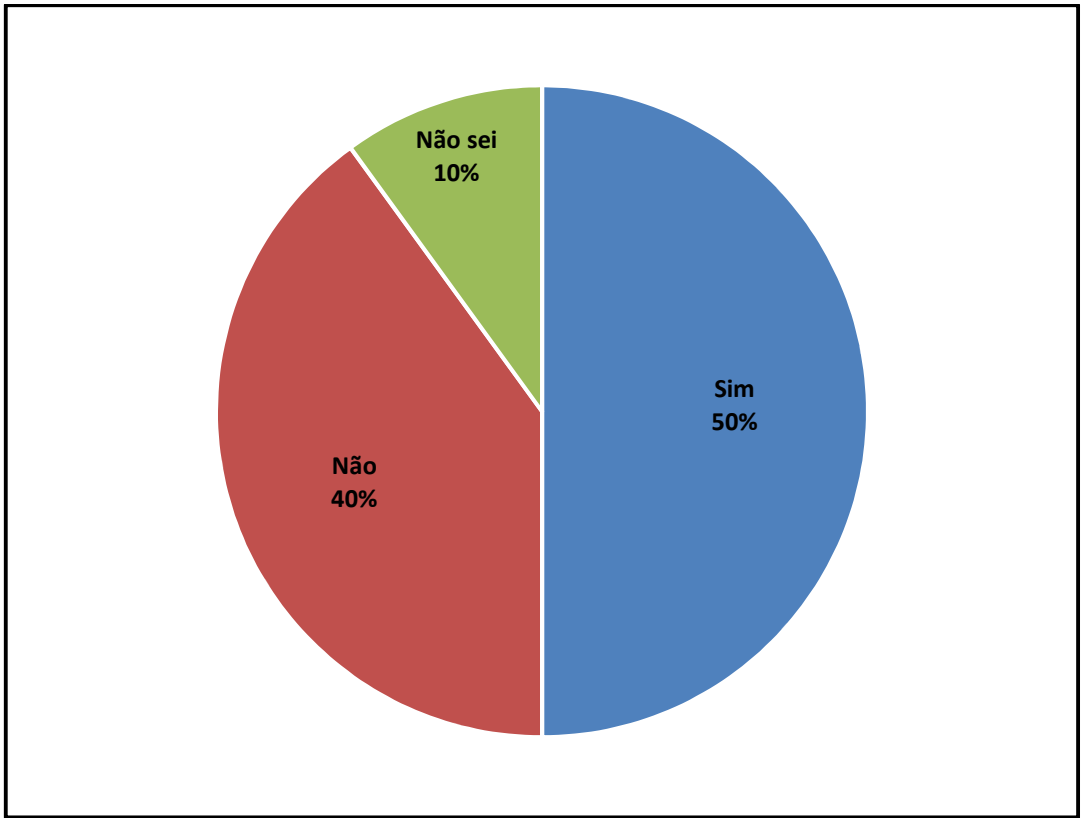
Gráfico 7 – Tipos de janelas utilizadas, quanto as dimensões.



Fonte: Elaboração dos autores (2017).

O gráfico 7 anteriormente exibido, mostra que 90% das janelas utilizadas nas edificações são especiais, ou seja, são pedidas sob medida visando atender a cada tipo de projeto arquitetônico. E, em apenas 10% dos casos são padronizadas.

Gráfico 8 – Construtoras que compram de fornecedores homologados.



Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Outra informação que buscou-se conhecer através da pesquisa, foi em relação aos fornecedores de esquadrias de alumínio das construtoras, se são, ou não, homologados pelo Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e consequentemente atendem a normas estabelecidas. O gráfico 8, apresentado anteriormente, indica que 50% das empresas pesquisadas compram de fornecedores homologados.

Porém, 40% compram de fornecedores não homologados, o que é uma grande parte, haja vista que todos deveriam adquirir esses materiais de fornecedores homologados, tendo assim, uma garantia do atendimento aos requisitos estabelecidos em normas. E ainda, 10% não sabem, e não procuram saber, se os seus fornecedores são ou não homologados.

A sexta, e última questão da pesquisa, teve como objetivo verificar as principais patologias ocorridas nas janelas instaladas. No quadro 18 a seguir, estão apresentadas as respostas das construtoras quanto a esse quesito.

Quadro 18 – Principais patologias.

Construtora	Respostas sobre as principais patologias
A	Seguindo o plano de manutenção periódica e usando Alcoa, patologia zero.
B	Infiltração do meio externo.
C	Falta de vedação com silicone, ocasionando infiltrações.
D	Estanqueidade.
E	Infiltração 80%, problema nos requadros, trancamento nas maxim-ar e basculantes.
F	Infiltração após a colocação total das esquadrias. Muitas vezes por falhas na instalação das janelas.
G	Infiltração, janelas e portas de correr trancam.
H	Infiltrações devido a falha nas escovas e vedações.
I	Apresentam poucos problemas, as vezes pequenas infiltrações.
J	Até o momento não existiram patologias significativas, em poucos casos ocorrem pequenos arranhões durante a instalação, no alumínio ou no vidro.

Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Como indicado no quadro 18, a anomalia mais decorrente das janelas instaladas, pelas construtoras pesquisadas, é a infiltração. Pode-se verificar que das dez empresas pesquisadas, oito citam a infiltração como sendo a principal manifestação patológica que

ocorre nas janelas das edificações.

As construtoras E e G, representando 20% das entrevistadas, citam também, como principais manifestações patológicas, o trancamento que ocorre nas folhas de correr das janelas, dificultando assim o manuseio para abrir e fechar a janela.

Já a construtora A, argumenta que não há anomalia quando se segue o plano de manutenção e se usa o alumínio fornecido pela Alcoa. Além dessas, a entrevistada J informa pequenos arranhões na própria esquadria, que são decorrentes da falta de armazenamento adequado e também, muitas vezes, da mão de obra pouco qualificada.

Quanto à infiltração a ABNT NBR 15575:2013, conforme esclarecido na seção 2.4.3.2, estabelece que os sistemas de vedações verticais devem ser estanques à água, salientando ainda que as esquadrias devem passar por ensaios de estanqueidade, evitando assim, esse tipo de manifestações patológicas que estão ocorrendo.

4.3 MANUAL DO PROPRIETÁRIO: ANÁLISE DO ATENDIMENTO ÀS NORMAS ABNT NBR 5674:2012, ABNT NBR 15575:2013, E ABNT NBR 10821:2017

O manual do proprietário é um documento fornecido aos usuários na entrega das obras. Segundo a ABNT 15575-1:2013, citada na seção 3.1 deste trabalho, este é um documento que reúne apropriadamente todas as informações necessárias para orientar as atividades de operação, uso e manutenção.

A ABNT NBR 10821-5:2017 indica que as esquadrias devem ter um manual de instruções, de fácil entendimento. As instruções de manutenção e limpeza devem atender a ABNT NBR 5674:2012, bem como, as recomendações de fornecedores de componentes.

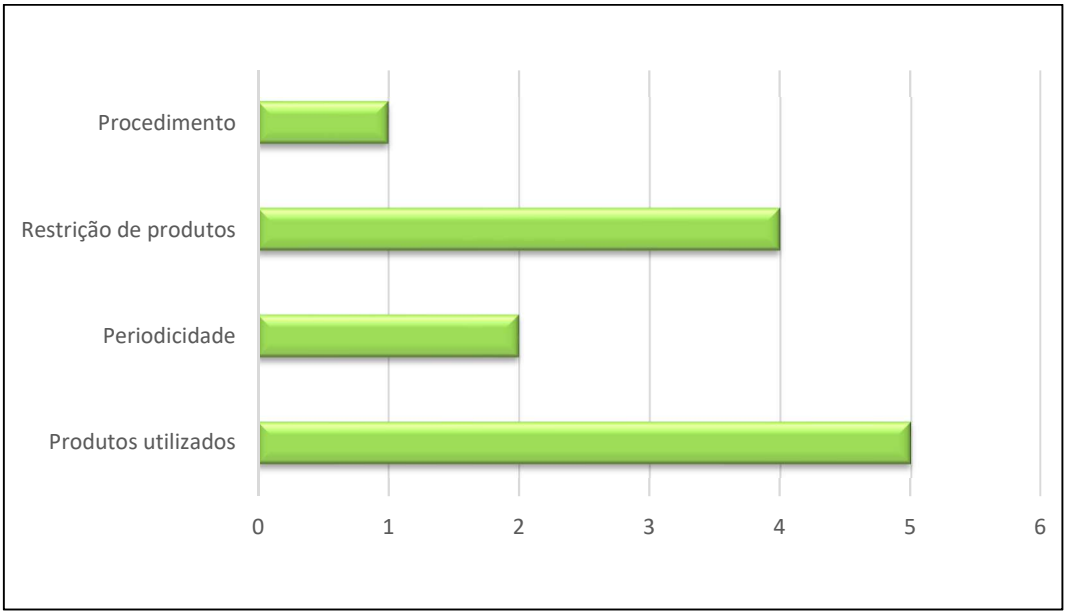
Para esta análise foram verificados seis manuais de proprietários, verificando se as indicações referentes as janelas de alumínio atendem as prescrições normativas pertinentes. As edificações aos quais estes manuais fazem referência são de diferentes construtoras, localizam-se em Santa Catarina, sendo quatro na região da grande Florianópolis, uma em Criciúma e uma em Tubarão. Os manuais serão identificados por letras, para preservar o sigilo das construtoras.

4.3.1 Análise do manual do proprietário: Limpeza das janelas de alumínio

A análise da indicação da limpeza é um item importante para a conservação das janelas de alumínio. O gráfico 9 a seguir, apresenta o resultado dos itens citados nos manuais

de proprietário em estudo, verificando o atendimento a instrução normativa.

Gráfico 9 – Atendimento a instrução normativa para limpeza das janelas de alumínio.



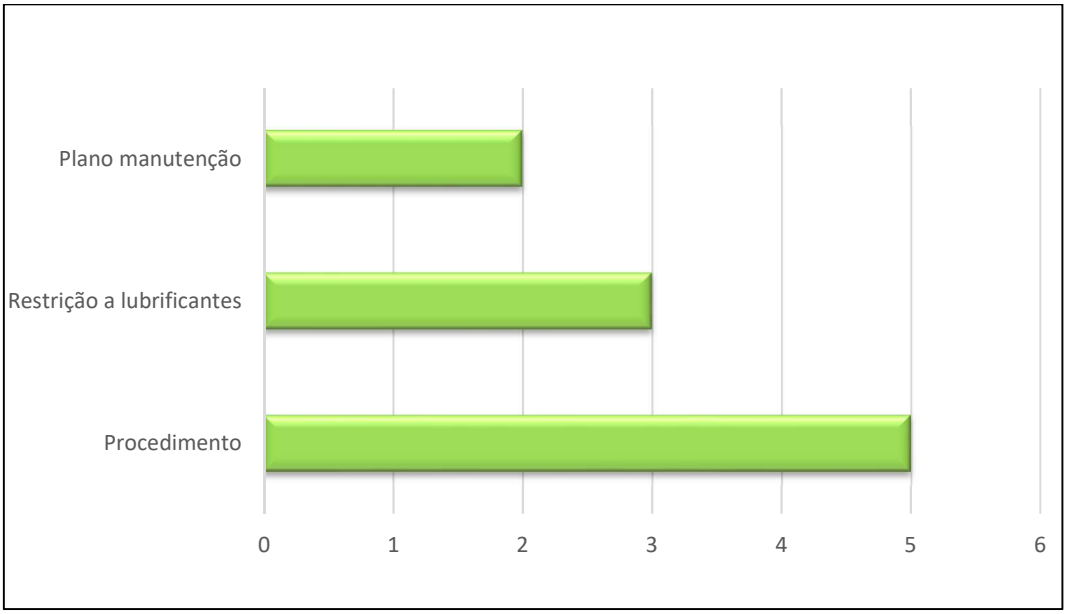
Fonte: Elaboração autores (2017).

Pelos dados apresentados no gráfico 9, verifica-se que apenas um manual atendeu todas as indicações da ABNT NBR 10821-5:2017 e ABNT 15575-1:2013 quanto a limpeza das janelas de alumínio, e este é um item básico, porém se executado de maneira errada, pode comprometer o desempenho das janelas. Destaca-se ainda o fato de um dos manuais não atender nenhum dos itens avaliados, houve também caso de indicação errada quanto ao que indicam as normas.

4.3.2 Análise do manual do proprietário: Manutenção das janelas de alumínio

A manutenção é um item que afeta diretamente o desempenho das janelas de alumínio, portanto é de suma importância que seja executada corretamente. O gráfico 10 a seguir, apresenta indicações de manutenção presentes nos manuais, e as correlacionam com as instruções normativas verificando o atendimento a norma.

Gráfico 10 – Atendimento a instrução normativa quanto a manutenção.



Fonte: Elaboração autores (2017).

Quanto à manutenção, verificou-se a existência de procedimentos de manutenção das janelas de alumínio, porém estes em alguns casos não são específicos, dando informações genéricas possibilitando aos usuários interpretações equivocadas. Uma recomendação que chamou atenção em um dos manuais, foi a indicação do uso de óleo de máquina para lubrificação dos componentes, algo que é contrário a indicação da norma. Ressalta-se também, a ausência de recomendação para elaboração de um plano de manutenção preventiva dos sistemas da edificação, que é de suma importância para conservação dos sistemas empregados. Os manuais indicam a necessidade de manutenção, porém apenas um indica quais manutenções devem ser feitas, a periodicidade, e quais podem ser feitas pelo usuário, e quais precisam de profissionais qualificados.

4.3.3 Análise do manual de proprietário: Garantia das janelas de alumínio

A garantia corresponde as indicações referentes a prazos, indicações de uso, como também indicação ao tipo de produto e fabricante.

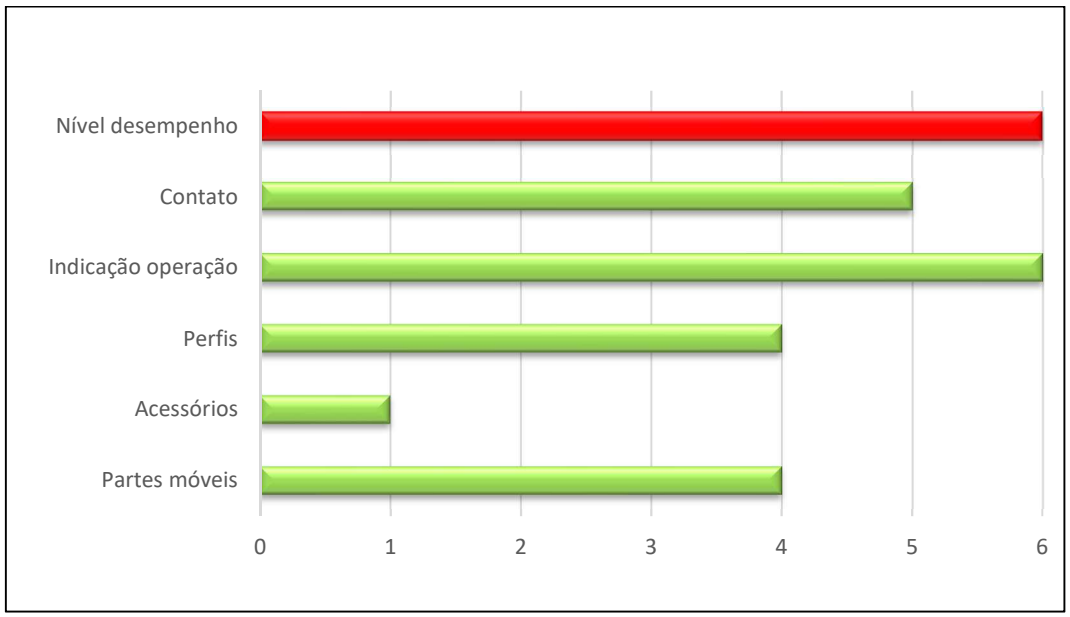
Foram verificados se os manuais apresentavam os seguintes itens:

- Prazo de garantia das partes móveis (inclusive recolhedores de palhetas, motores e conjuntos elétricos de acionamento);
- Prazo de garantia borrachas, escovas, articulações, fechos e roldanas;

- Prazo de garantia perfis de alumínio, fixadores e revestimentos em painel de alumínio;
- Recomendações de uso e operação;
- Indicação do nome e contato do fabricante;
- Indicação do nível de desempenho.

O gráfico 11 a seguir, apresenta o resultado obtido na análise dos manuais quanto as indicações citadas anteriormente e as correlacionam com as instruções normativas verificando o atendimento às normas ABNT NBR 10821:2017 e ABNT NBR 15575:2013.

Gráfico 11 – Garantias.



Fonte: Elaboração autores (2017).

Quanto à garantia, evidenciou-se que não está claro para os construtores e ou fabricantes, sobre os prazos recomendados pelas normas ABNT NBR 10821:2017 e ABNT NBR 15575:2013, pois nos manuais consultados na pesquisa pode-se observar prazos de garantia não identificados, bem com prazos em desacordo com a norma. Um outro fator relevante indicado pela ABNT NBR 10821:2017, é quanto a indicação do nível de desempenho das esquadrias, esta foi uma indicação não informada por nenhum dos manuais.

Por meio da consulta aos manuais, verificou-se que quanto a garantia das janelas de alumínio precisa haver uma melhora considerável, quanto as informações disponibilizadas aos usuários.

A verificação dos manuais de proprietários evidenciou que existe uma tendência

de atendimento pelas construtoras para as prescrições das normas ABNT NBR 10821:2017 e ABNT NBR 15575:2013, porém em alguns desses manuais pode-se verificar a falta de conhecimento mais específico das normas, pois algumas informações e/ou recomendações presentes nestes documentos não estão em conformidade com as indicações normativas. Ressalta-se, porém a riqueza de detalhes de um dos manuais apresentando tabelas e referências normativas coerentes, possibilitando aos usuários adequada conservação e utilização de seus imóveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo propôs como objetivo principal a análise das normas ABNT NBR 10821:2017 e NBR 15575:2013 quanto às janelas de alumínio utilizadas nas edificações. A partir do estudo detalhado das normas supracitadas, juntamente com materiais e manuais sobre o assunto abordados, pôde-se verificar os requisitos necessários estabelecidos para as janelas de alumínio.

Tal assunto, é de tamanha relevância, tendo em vista que, as janelas utilizadas na construção civil, além de contribuírem com o design da edificação, possuem uma grande importância devido a fatores como desempenho acústico, desempenho térmico, entre outros. O descuido e não cumprimento às normas, que contemplam as janelas de alumínio, atrelados a falta de manutenção e limpeza, podem ocasionar futuros problemas nos empreendimentos como infiltrações e folhas trancando, por exemplo.

Com essa análise, sobre os requisitos estabelecidos em normas para as janelas de alumínio, buscou-se saber por meio de pesquisa a partir de questionário enviado para os principais construtores e fabricantes de esquadrias de alumínio da região, a importância que estes davam a normatização, bem como, o conhecimento que possuíam sobre o assunto, além, de se verificar as principais dificuldades encontradas para a perfeita instalação das janelas em cumprimento das normas.

Ao analisar-se detalhadamente as respostas obtidas na pesquisa, pode-se verificar, em alguns casos, a falta de conhecimento das normas empregadas para esses materiais, por parte de alguns construtores e fabricantes. Bem como, a grande falta de mão de obra qualificada, que consequentemente, irá acarretar na falta de qualidade das instalações das janelas de alumínio, vindo a ocasionar futuras manifestações patológicas nas edificações.

Este estudo deixou muito nítido o quanto as normas técnicas buscam estabelecer parâmetros que propiciem aos usuários segurança e conforto. Portanto ainda há um caminho a ser trilhado, pois pode se perceber que algumas prescrições das normas não são seguidas, e consequentemente subentende-se que a segurança e conforto dos usuários, ainda não são prioridades, ou ainda não se correlaciona o cumprimento das normas à satisfação e bem-estar dos usuários dos imóveis.

Apesar de ser um assunto onde se encontra dificuldade na pesquisa, devido à escassez de literaturas e materiais que abordam a esse tema, buscou-se por meio de manuais

disponibilizados pelas associações de fabricantes de alumínio e da construção civil, artigos e periódicos publicados em *sites* e revistas eletrônicas, e outros trabalhos acadêmicos, além de estudo minucioso das normas relacionadas, levantar as informações necessárias para o cumprimento dos objetivos apresentados.

Desta forma, pode-se constatar que foram atendidos os objetivos gerais e específicos proposto para o presente trabalho, contribuindo para a disseminação do conhecimento do tema disponibilizando-o para futuras pesquisas.

5.2 INDICAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A execução deste estudo emergiu a oportunidade de desenvolvimento para novos estudos, que abordem temas pertinentes aos abordados neste. Sugere-se então os seguintes temas para trabalhos futuros:

a) Aplicação de fachadas cortina em edificações;
b) Causa de infiltrações em esquadrias;
c) Atendimento e indicação dos níveis de desempenho em edificações populares, dentro do programa minha casa minha vida;
d) Estudo de caso sobre guarda-corpos.

REFERÊNCIAS

ALUMÍNIO & CIA: Revista da Alcoa Alumínio S/A. Santo André: Ed. 40, 2015. Disponível em: <http://www.kawneer.com/kawneer/brazil/pt/downloads/revista/Edicao_40.pdf >. Acesso em 11 set. 2017.

ALUMÍNIO & CIA: Revista da Arconic Indústria e Comércio de Metais LTDA, Santo André: Ed. 47, 2017. Disponível em: <http://www.kawneer.com/kawneer/brazil/pt/downloads/revista/Edicao_47.pdf>. Acesso em: 11 set. 2017.

ALUMP - ALUMÍNIO MP LTDA. **Catálogo linha brisa.** Disponível em: <http://www.alump.com.br/upload/brisa-25-1414753833.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2017.

ANDRADE, Robson Braga. O caminho da evolução. In: CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO**. Desempenho de edificações habitacionais:** guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. 2. ed. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. p. 10. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/arquivos/guia_livro/Guia_CBIC_ Norma_Desempenho_2_edicao.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2017.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO. **A esquadria de alumínio na arquitetura:** design e tecnologia. [São Paulo]: PW, 2008. 183 p.

_____. **Acidentes com esquadrias e guarda-corpos de baixa qualidade aumentam a insegurança.** Disponível em: < http://afeal.com.br/rev/imprensa/noticias/acidentes-com-esquadrias-e-guarda-corpos-de-baixa-qualidade-aumentam-a-inseguranca>. Acesso em: 18 jul. 2017.

_____. **Procedimentos para chegar ao melhor produto**. Disponível em: <http://afeal.com.br/rev/psq/noticias-psq/procedimentos-para-chegar-ao-melhor-produto>. Acesso em: 9 out. 2017.

_____. **Fundamentos do programa setorial da qualidade de esquadrias de alumínio**. Disponível em: < http://afeal.com.br/rev/wp-content/uploads/2017/08/Texto-Completo-PSQ.pdf. >. Acesso em: 13 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. **História da Indústria no Brasil.** Disponível em: <http://abal.org.br/aluminio/historia-da-industria-do-aluminio/historia-da-industria-no-brasil/ >. Acesso em: 04 set. 2017.

_____. **História do alumínio.** Disponível em: <http://abal.org.br/aluminio/cadeia-primaria/>. Acesso em: 01 ago. 2017.

_____. **Características físicas e químicas.** Disponível em: <http://abal.org.br/aluminio/caracteristicas-quimicas-e-fisicas/>. Acesso em 01 ago. 2017.

_____. **Aplicações:** Construção civil. Disponível em: <http://abal.org.br/aplicacoes/construcao-civil/>. Acesso em 01 ago. 2017.

_____. **Processos de produção.** Disponível em: <http://abal.org.br/aluminio/processos-de-producao/ >. Acesso em 03 ago. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: manutenção de edificações – requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 10821-1:** esquadrias para edificações: parte 1: esquadrias externas e internas – terminologia. Rio de Janeiro, 2017.

_____. NBR 10821-2: esquadrias para edificações: parte 2: esquadrias externas – requisitos e classificação. Rio de Janeiro, 2017.

_____. NBR 10821-3: esquadrias para edificações: parte 3: esquadrias externas e internas – método de ensaio. Rio de Janeiro, 2017.

_____. NBR 10821-4: esquadrias para edificações: parte 4: esquadrias externas – requisitos adicionais de desempenho. Rio de Janeiro, 2017.

_____. NBR 10821-5: esquadrias para edificações: parte 5: esquadrias externas – instalação e manutenção. Rio de Janeiro, 2017.

_____. NBR 14125: alumínio e suas ligas: tratamento de superfície – requisitos para revestimento orgânico para fins arquitetônicos. Rio de Janeiro, 2016.

_____. NBR 15575-1: edificação habitacionais - desempenho: parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 15575-4: edificação habitacionais - desempenho: parte 4: requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 6599: alumínio e suas ligas – processos e produtos – terminologia. Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 12609: alumínio e suas ligas – tratamento e superfície – requisitos para anodização para fins arquitetônicos. Rio de Janeiro, 2017.

BRASIL ENGENHARIA. **Mão de obra qualificada na construção civil proporciona economia de até 30%**. Disponível em: <http://www.brasilengenharia.com/portal/noticias /noticias-da-engenharia/3805-mao-de-obra-qualificada-na-construcao-civil-proporciona-economia-de-ate-30 >. Acesso em: 11 out. 2017.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDUSTRIA DA CONSTRUÇÃO**. Desempenho de edificações habitacionais:** guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/arquivos/guia_livro/Guia_CBIC_ Norma_Desempenho_2_edicao.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2017.

_____. **Guia de esquadrias para edificações.** Disponível em: <http://cbic.org.br/sites/ default/files/Guia _de_Esquadrias_para_Edificacoes.pdf > Acesso em 01 ago. 2017

_____. **Esquadrias para edificação:** Desempenho e aplicações. Disponível em: <http://www.siamfesp.org.br/wp-content/uploads/2017/05/Guia _de_ Esquadrias_ para_ Edificacoes-2.pdf>. Acesso em 05 set. 2017.

CAPITAL CONTABILIDADE. **Mão de obra na construção civil e os seus desafios.** Disponível em: < http://capitalcontabilidade.com/mao-de-obra-na-construcao-civil-e-os-seus-desafios/ >. Acesso em 11 out. 2017.

CÓDIGO DE PROTEÇÃO E DEFESA DO CONSUMIDOR. Disponível em: < http://www.procon.pr.gov.br/arquivos/File/codigo_20_anos.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2017.

COMPANHIA BRASILEIRA DE ALUMÍNIO. **Processo produtivo.** Disponível em: <http://www.aluminiocba.com.br/processo-produtivo/>. Acesso em 08 ago. 2017

CONSELHO DE ARQUITETURA DO DISTRITO FEDERAL. **Desempenho térmico.** Disponível em: <http://caudf.org.br/portal/images/CAU-DF/pdfs/PalestraErcio3.pdf>. Acesso em 12 out. 2017.

COSTA, Pedro Buzatto. Pela melhoria na qualidade da habitação. In: CÂMARA BRASILEIRA DA INDUSTRIA DA CONSTRUÇÃO**. Desempenho de edificações habitacionais:** guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. 2. ed. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. p. 9. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/arquivos/guia_livro/Guia_CBIC_Norma_Desempenho_2_ edicao.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2017.

ECYCLE. **Alumínio**: O Que É? Quais Suas Propriedades? Quais Os Impactos Que Ele Pode Trazer Ao Homem E Ao Planeta?. Disponível em: <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/63-meio-ambiente/3743-o-aluminio-elemento-no-mundo-producao-caracteristicas-propriedades-reciclagem-problemas-toxicacao-toxico-alzheimer-lama-vermelha.html >. Acesso em 04 set. 2017.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Com incentivos, construção tem potencial para ajudar para ajudar no resgate econômico do Brasil em 2017.** Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/observatoriodaconstrucao/noticias/com-incentivos-construcao-tem-potencial-para-ajudar-no-resgate-economico-do-brasil-em-2017/ - Acesso em 15 ago. 2017.

FERNANDES, Alexandre Guella. **Esquadrias Residenciais em Madeira:** Contextualização de Variáveis para otimização de projetos. 2004. 181 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2004. Disponível em: < http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5609/000473062.pdf>. Acesso em: 12 set. 2017.

FILHO, Luis Carlos Loureiro. Em defesa da qualidade**.** In: ASSOCIAÇÃO FABRICANTES DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO. **A esquadria de alumínio na arquitetura:** Design e tecnologia. São Paulo: PW, 2008. p.8.

FIRMIANO, Jeferson. **Redução no tempo de tratamento térmico de alumínio na tempera T5 da empresa Alcoa, para diminuição no custo de energia elétrica**. 2012. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2012.

FOLHA DA CIÊNCIA. **Os Dez Elementos Mais Abundantes na Crosta Terrestre.** Disponível em: < https://folhadaciencia.wordpress.com/2014/08/28/os-dez-elementos-mais-abundantes-na-crosta-terrestre/>. Acesso em: 31 jul. 2017.

FONSECA**,** João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica,** 2002. Disponível em:<http://leg.ufpi.br/subsiteFiles/lapnex/arquivos/files/Apostila_-_METODOLOGIA_DA_PESQUISA(1).pdf>. Acesso em: 18 ago. 2017.

INFO ESCOLA. **Extrusão.** Disponível em: <http://www.infoescola.com/wp-content /uploads/2011/02/extrusao.jpg>. Acesso em 14 ago. 2017.

LA ALUMÍNIOS. **Ligas de alumínio**. Disponível em: < http://www.la-aluminios.com/ligas dealuminio.html>. Acesso em: 10 out. 2017.

LAKATOS, Eva M.; MARCONI, Marina A. **Metodologia do Trabalho Científico.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

LEITE, Luiz Carlos Rifrano. **Avaliação de projetos habitacionais:** determinando a funcionalidade da moradia social. São Paulo: Ensino profissional, 2006.

LOPES, Jorge Augusto Simas. **Aplicação de controle estatístico de processo em variáveis de extrusão de alumínio.** 2011. 48f. Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Engenharia de Materiais, 2011. Disponível em: <http://www.emc.ufsc.br/controle/arquivos/estagio/geral/arquivo_352-Jorge%20Lopes.pdf.pdf. > Acesso em: 13 out. 2017

MATOZINHOS, Roberto. **NBR 15575 Edifícios Habitacionais**: Desempenho, 2014. Disponível em: <http://abesc.org.br/wp-content/uploads/2016/07/NBR-15575-EDIF%C3%8DCIOS-HABITACIONAIS-DESEMPENHO.pdf> Acesso em: 22 jul. 2017.

MELLO, L. C. B. B.; de AMORIM, S. R. L. **O subsetor de edificações da construção civil no Brasil**: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos. Produção, v. 19, n. 2, p. 388-399. 2009.

MENDES, Gustavo. Qualidade na janela. **Revista Construção Mercado,** São Paulo, ed. 61, p. 58-61, ago. 2016.

MENIN, Rubens. **Setor da construção civil aposta em crescimento e geração de empregos com mudanças no MCMV.** 2017. Disponível em: <http://www2.planalto.gov.br/ acompanhe-planalto/noticias/2017/02/setor-da-construcao-civil-aposta-em-crescimento-egeracao-de-empregos-com-mudancas-no-mcmv>. Acesso em: 15 ago. 2017.

NAKAMURA, Juliana. **Padronização de procedimentos e sistemas de informação.** 2009. Disponível em: < http://www.cte.com.br/noticias/2009-03-11-padronizacao-de-procedimentos-e-sistem/>. Acesso em: 22 ago. 2017.

PEREIRA, Wilker. Segurança com um toque de beleza. **Revista Alumínio & Cia**, Santo André, ed. 40, p. 16-17, mai./jun. 2015. Disponível em: <http://www.kawneer.com/kawneer /brazil/pt/downloads/revista/Edicao_40.pdf >. Acesso em: 11 set. 2017.

PORTAL DO ALUMÍNIO. **Vantagens da utilização de esquadrias de alumínio.** Disponível em: <http://portaldoaluminio.com.br/noticia/vantagens-da-utilizacao-de-esquadrias-de-aluminio>. Acesso em: 28 ago. 2017.

TERRA. **Previsões para a economia e a construção civil em 2017.** Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/dino/previsoes-para-a-economia-e-a-construcao-civil-em-2017,2ce9d42aa222b864bcc8c7fef32f5da4f9ng6ld8.html> Acesso em: 22 ago. 2017.

PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT**. Portas e janelas de correr de alumínio**. Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br /projetos_simac_psqs2.php?id_psq=118>. Acesso em: 14 out. 2017.

RAUEN, Fábio José. **Elementos de iniciação à pesquisa**. Rio do Sul, SC: Nova Era, 1999.
RUDIO, Franz Victor. Introdução ao projeto de pesquisa científica. Disponível em: <http://www.medtrab.ufpr.br/arquivos%20para%20dowload%202011/O_PROJETO_DE_PESQUISA.doc>. Acesso em: 10 out. 2017

_____. **Projeto de pesquisa**: redação e normalização. Disponível em: <http://linguagem.unisul.br/paginas/ensino/pos/linguagem/servicos/parfor/Projeto-Reda%C3%A7%C3%A3o-e-normaliza%C3%A7%C3%A3o.docx >. Acesso em: 10 out. 2017.

REIS, Alexandre Amorim dos**. Matéria, forma e função**: a influência material no design industrial. 2003. 335p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção) - UFSC, Florianópolis, 2003.

REIS, Magda Netto dos. **Processo de produção e uso do alumínio na construção civil**: contribuição à especificação das esquadrias de alumínio. 2006. 342f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-29112010-101045/pt-br.php>. Acesso em: 30 ago. 2017.

_____. **Esquadrias de alumínio**: análise dos critérios de escolha destes componentes em edifícios de apartamentos, padrão médio-alto, na Cidade de São Paulo. 2011. 257f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-26012012-144006/pt-br.php>. Acesso em: 06 set. 2017.

RODRIGUES, Jonas Vieira. **Esquadrias usadas na construção civil brasileira:** Características e execução. 2015. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

ROSA, Fernando. Hora da Revisão. **Revista Alumínio & Cia**, Santo André, ed. 47, p. 23-25, 2017. Disponível em: <http://www.kawneer.com/kawneer/brazil/pt/downloads/revista/Edicao_40.pdf >. Acesso em: 11 set. 2017.

SCHLEGEL. **Os componentes nas esquadrias de alumínio**. Disponível em: <http://www.schlegel.com/south-america/pt/news/The-components-in-aluminum-frames> Acesso em: 14 out. 2017.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS-SEBRAE. **Construção civil**: Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H). Disponível em: <http://bis.sebrae.com.br/bis/conteudoPublicacao.zhtml?id=7213>. Acesso em 11 out. 2017.

SINDICATO DA INDUSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **NBR 15575 edifícios habitacionais**: desempenho. Disponível em: <http://abesc.org.br/wp-content/uploads /2016/07/NBR-15575-EDIF%C3%8DCIOS-HABITACIONAIS-DESEMPENHO.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2017.

SCIENTIFIC ELECTRONIC LIBRARY OLINE. **O subsetor de edificações da construção civil no Brasil:** uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132009000200013> Acesso em: 22 ago. 2017.

TARDELLI, Roberto. Não cumprir as normas técnicas é crime. **Revista Banas Qualidade,** São Paulo, ed. 234, p. 30-35, nov. 2011. Disponível em: < http://revistas.banasqualidade.com. br/BQ_234/files/assets/seo/page35.html>. Acesso em 06 ago. 2017.

TEMPERMED. **Perfis de alumínio:** Anodização ou pintura a pó. Disponível em: < http://blog.feitosparadurar.com.br/2016/05/12/perfis-de-aluminio-anodizacao-ou-pintura-a-po-entenda-a-diferenca/>. Acesso em: 14 out. 17.

TEMPLUM. **Consultoria para PBQP-H 2017 e a norma de desempenho NBR 15.575**. Disponível em: <https://www.templum.com.br/pbqp-h/?keyword=pbqp%20h&adposition =1t1&utm_source=Adwords&utm_medium=Pesquisa&utm_campaign=PBQPH&gclid=CjwKCAjwjJjOBRBVEiwAfvnvBOPYUkrxTdKbudIeq9Aj46yC26EumP__MdM8GlWDa4b38ZzaVxhYLRoC91AQAvD_BwE>. Acesso em: 24 set. 2017.

THE ALUMINIUM ASSOCIATION. **Construção civil.** Disponível em: <http://www. aluminum .org/productmarkets/building-construction>. Acesso em: 15 ago. 2017.

THOMAZ, Ercio. Segurança contra incêndio. In: CÂMARA BRASILEIRA DA INDUSTRIA DA CONSTRUÇÃO**. Desempenho de edificações habitacionais:** guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. 2. ed. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. p. 85-88. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/arquivos/guia_livro/ Guia_CBIC_ Norma_Desempenho_2_edicao.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2017.

THOMÉ, Brenda Bressan. **NR E NBR**: QUEM É QUEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL?. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/nr-e-nbr-quem-e-quem-na-construcao-civil/>. Acesso em: 28 jul. 2017.

TRAVASSOS, Marcos da Silva. **Mudanças nas relações entre participantes da cadeia produtiva de esquadrias de alumínio brasileira**. 2010. 167 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Municipal de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, 2010. Disponível em: < http://repositorio.uscs.edu.br/handle/123456789/182?mode=full >. Acesso em: 31 jul. 2017.

VIESTI, Luis. **Procedimentos para chegar ao melhor produto.** Disponível em: <http://afeal.com.br/rev/psq/noticias-psq/procedimentos-para-chegar-ao-melhor-produto>. Acesso em: 14 set. 2017.

WISSENBACH, Vicente. Das esquadrias de ferro aos sistemas de alumínio**.** In: ASSOCIAÇÃO FABRICANTES DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO. **A esquadria de alumínio na arquitetura:** Design e tecnologia. São Paulo: PW, 2008. p.8.

ANEXOS

ANEXO A – Questionário aplicado aos fabricantes de janelas de alumínio

PESQUISA ESQUADRIAS - Acadêmicos UNISUL

Olá, caro fornecedor, somos estudantes do Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL e estamos realizando uma pesquisa sobre as Esquadrias (janelas) utilizadas nas edificações. Solicitamos sua colaboração com o preenchimento do formulário a baixo.

São 5 perguntas que não demandarão muito do seu tempo.

Salientamos que os resultados dessa pesquisa farão parte do Trabalho de Conclusão do Curso (TCC) sobre "Janelas de Alumínio" realizado pelos Acadêmicos do curso de Engenharia Civil da UNISUL, Marcelo Pereira e Matheus Miranda. As respostas obtidas através deste questionário terão extrema importância para o estudo dos requisitos estabelecidos em norma sobre janelas de alumínio, por isso garantimos um completo sigilo dessas informações obtidas. Desde já, agradecemos por sua colaboração!

1. Endereço de e-mail *

1. Com a empresa controla a qualidade dos materiais utilizados na fabricação das esquadrias de alumínio?

2. A empresa é homologada, certificada pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e atende a NBR 10821 (Esquadrias para Edificações)?

   ◯ Sim

   ◯ Não

3. Quais as principais dificuldades de instalação, das janelas de alumínio, encontradas na obra?

4. Quais as principais recomendações de manutenção das janelas de alumínio dadas pela empresa?

5. Que tipo de defeito a garantia cobre e qual o prazo de garantia?

Agora é só clicar em "enviar". Muito obrigado por sua contribuição.

ANEXO B – Questionário aplicado aos construtores

PESQUISA ESQUADRIAS - Acadêmicos UNISUL

Olá, caro construtor, somos estudantes do Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL e estamos realizando uma pesquisa sobre as Esquadrias (janelas) utilizadas nas edificações. Solicitamos sua colaboração com o preenchimento do formulário a baixo.

São 6 perguntas objetivas que não demandarão muito do seu tempo.

Salientamos que os resultados dessa pesquisa farão parte do Trabalho de Conclusão do Curso (TCC) sobre "Janelas de Alumínio" realizado pelos Acadêmicos do curso de Engenharia Civil da UNISUL, Marcelo Pereira e Matheus Miranda. As respostas obtidas através deste questionário terão extrema importância para o estudo dos requisitos estabelecidos em norma sobre janelas de alumínio, por isso garantimos um completo sigilo dessas informações obtidas. Desde já, agradecemos por sua colaboração!

1. Endereço de e-mail*

1. Quais são os principais tipos de materiais utilizados por sua empresa nas janelas instaladas em novas edificações?

- ◯ Aço
- ◯ Alumínio
- ◯ Madeira
- ◯ PVC

2. Selecione, dentre as opções a baixo, 2 critérios principais utilizados pela empresa para a escolha do material que será utilizado nas janelas:

- [ ] Preço
- [ ] Durabilidade
- [ ] Facilidade manutenção
- [ ] Atendimento às normas
- [ ] Facilidade instalação
- [ ] Outro:

3. Em sua maioria, qual tipo de acabamento recebem os perfis utilizados?

- ( ) Anodização
- ( ) Pintura Eletrostática

4. A empresa, em sua maioria, utiliza janelas padronizadas (produzidas em escala de acordo com o catálogo de cada fabricante) ou especiais (sob medida para cada tipo de edificação)?

- ( ) Padronizada
- ( ) Especial

5. Os fornecedores das esquadrias são homologados? Certificados pelo PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat), e que consequentemente, atendem a NBR 10821.

- ( ) Sim
- ( ) Não
- ( ) Não sei

6. Cite as principais patologias ocorridas nas janelas instaladas em suas obras.

_____

_____

_____

_____

Agora é só clicar em "enviar". Muito obrigado por sua contribuição.