

DESENVOLVIMENTO DE UM MANUAL DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS DE ENVIDRAÇADOS

LUIA GUIDA ANDRADE

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM PROJETO INTEGRADO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

Orientadora: Professora Doutora Ana Sofia Moreira dos Santos Guimarães
Teixeira

JUNHO DE 2021

MESTRADO EM PROJETO INTEGRADO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS 2020/2021

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado em Projeto Integrado na Construção de Edifícios - 2020/2021 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2021.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

À minha família

Liberdade é pouco. O que eu desejo ainda não tem nome.

Clarice Lispector

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meu genuíno agradecimento a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha orientadora, Professora Doutora Ana Sofia Moreira dos Santos Guimarães Teixeira pelo estímulo, disponibilidade e aconselhamento durante a elaboração deste trabalho.

A todos os professores do MPRINCE, em especial ao Professor Doutor Jorge Moreira da Costa, pela disponibilidade, apoio e conhecimentos transmitidos durante o curso.

Agradeço ao Projeto Exploratório no âmbito do Programa Massachusetts Institute of Technology – 2019, intitulado “TherBlock3Dp - Impressão 3D de blocos térmicos”, com referência MIT-EXPL/TDI/0041/2019 suportado pelo orçamento da Fundação para a Ciência e Tecnologia.

Agradeço ao Eude, por toda a disponibilidade e informação transmitida sobre caixilharias que foram fundamentais para a realização dessa dissertação. Assim como agradeço à empresa Sá Martins que me introduziu nesta área e à empresa BBG que tem me ensinado imensamente sobre caixilharias.

Um agradecimento especial a duas arquitetas, minha amiga Thaís e minha prima Juliana, que além de me ajudarem com informações profissionais ainda me deram todo o apoio pessoal nos momentos de maior ansiedade e estiveram muito presentes durante esse mestrado.

A todos os meus amigos pela força e incentivo durante o mestrado, em especial à Anna que esteve presente comigo aqui em Portugal me dando apoio e fazendo companhia. E à Rafaela que mesmo a distância esteve comigo durante esse período.

Por último, meu maior agradecimento à minha família por todo apoio e motivação. À minha mãe Catarina e minha madrinha Anna, que sempre foram meus maiores exemplos e nunca deixaram de acreditar em mim. Aos meus irmãos Felipe e Daniel, que são meus parceiros de mudança e estão sempre ao meu lado. À minha tia Leila e à minha prima Janaina por todo apoio e carinho durante todos esses anos. Sem eles nunca teria chegado onde cheguei.

RESUMO

Um dos desafios da indústria da construção está em encontrar um equilíbrio entre o conforto dos edifícios e a eficiência energética. Com o objetivo de reduzir a dependência energética e acelerar o processo de descarbonização, a União Europeia tem implementado algumas Diretivas, que incluem medidas de redução de consumo de energia na construção.

O setor dos edifícios é responsável por cerca de 40% da energia final na Europa e cerca de 30% para o caso de Portugal. No entanto, parte deste consumo pode ser reduzido com o aumento da eficiência dos edifícios. Os vãos envidraçados ocupam uma área significativa da envolvente e são elementos onde ocorrem para troca de calor, pelo que é possível perceber a importância de estudar soluções de envidraçados que contribuam para a eficiência dos edifícios.

A construção impressa em 3D tem surgido como uma alternativa mais sustentável comparada com a construção tradicional. Principalmente como uma nova forma de gestão de recursos: maior rigor na produção e no desempenho, menos desperdício de material e mais rapidez na execução. Assim é importante que essa solução comece a ser estudada e implementada na construção corrente, e não apenas como protótipos em fase de estudo.

A presente dissertação tem como propósito reunir e sintetizar a informação sobre caixilharia, elaborar um método de seleção e um catálogo. Este método apresenta os pontos mais importantes que devem ser tidos em consideração sobre os vãos envidraçados no decorrer de um projeto, assim como algumas recomendações de boas práticas que podem ser úteis.

O catálogo foi elaborado com o intuito de ser uma ferramenta prática para auxiliar os profissionais envolvidos no projeto, de forma que seja possível reunir a informação necessária num único documento no momento de seleção do envidraçado.

PALAVRAS-CHAVE: caixilharia, soluções de vãos envidraçados, impressão 3D, método de seleção, catálogo.

ABSTRACT

One of the challenges for the construction industry is finding a balance between building comfort and energy efficiency. To reduce energy dependence and accelerate the decarbonization process, the European Union has implemented a set of Directives, which include energy efficiency measures in construction.

The building sector is responsible for around 40% of final energy in Europe and around 30% for Portugal. However, part of this consumption can be reduced by increasing the efficiency of buildings. The glazed openings occupy a significant area of the building envelope and are one of the elements with the greatest heat exchange, so it is possible to understand the importance of studying glazing solutions that contribute to the efficiency of buildings.

3D printed construction has emerged as a more sustainable alternative compared to traditional construction. Mainly as a new way of managing resources: greater rigor in production and performance, less wasted material, and faster execution. Therefore, it is important that this solution starts to be studied and implemented in the current construction, and not just as prototypes under study.

The purpose of this dissertation is to gather and synthesize information about window frames, to elaborate a selection method and a catalogue. This method presents the most important points that should be considered about glazed spans during a project, as well as some good practice recommendations that may be useful.

The catalog was designed to be a practical tool to help professionals involved in the project, so that it is possible to gather the necessary information in a single document when selecting the glazing.

KEYWORDS: windows and doors frames, glazing solutions, 3D printing, selection method, catalogue.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento geral.....	1
1.3. Objetivos	1
1.4. Organização do trabalho	2
2. EXIGÊNCIAS FUNCIONAIS E NORMAS	5
2.1. Normas Nacionais	5
2.2. Marcação CE	6
2.3. Ensaaios e classificações.....	6
2.3.1. Resistência à ação do vento	7
2.3.2. Permeabilidade ao ar	9
2.3.3. Estanquidade à água	10
2.3.4. Durabilidade mecânica.....	12
2.3.5. Desempenho acústico	13
2.3.6. Isolamento térmico	14
2.4. Geometria solar	17
2.5. Desempenho ótico do vidro.....	18
3. TECNOLOGIA DOS VÃOS ENVIDRAÇADOS	21
3.1. Enquadramento	21
3.2. Termos e definições	21
3.3. Tipologia.....	22
3.3.1. Fixo	23
3.3.2. Batente	23
3.3.3. Basculante	24
3.3.4. Oscilo-batente.....	25

3.3.5. Pivotante	25
3.3.6. Correr	26
3.3.7. Guilhotina	27
3.3.8. Harmónio.....	28
3.3.9. Correr elevatória	28
3.3.10. Oscilo paralelo.....	29
3.4. Sombreamento	29
3.5. Materiais utilizados nos caixilhos.....	31
3.5.1. Introdução	31
3.5.2. Alumínio	31
3.5.3. Madeira	34
3.5.4. Ferro	36
3.5.5. PVC	37
3.5.6. Caixilharias mistas	38
3.5.7. Análise comparativa	39
3.6. Material de preenchimento: Vidro.....	41
3.6.1. Enquadramento	41
3.6.2. Float.....	42
3.6.3. Temperados	42
3.6.4. Laminados	43
3.6.5. Autolimpeza	44
3.6.6. Refletivo	44
3.6.7. Controlo solar.....	45
3.6.8. Vidro low-e	45
3.6.9. Vidro de múltiplos planos	45
3.6.10. Vidro de proteção contra-fogo.....	46
3.6.11. Vidro de segurança.....	47
3.6.12. Análise comparativa	47
3.7. Construção em 3D e caixilhos	48
 4. SELEÇÃO DE VÃOS ENVIDRAÇADOS	 51
4.1. Enquadramento	51

4.2. Fatores que influenciam na decisão	51
4.2.1. Localização do edifício.....	51
4.2.2. Orientação solar dos vãos	51
4.2.3. Área do vão	52
4.3. Seleção dos caixilhos.....	53
4.3.1. Material dos caixilhos.....	53
4.3.2. Tipologias dos caixilhos	54
4.3.3. Condições de sombreamento	55
4.4. Seleção do vidro.....	56
4.5. Desempenho dos caixilhos	58
5. FICHAS DO MANUAL.....	61
5.1. Enquadramento	61
5.2. Designação	61
5.3. Material.....	62
5.4. Enchimento	62
5.5. Descrição	63
5.6. Perfis	63
5.7. Acabamentos.....	64
5.8. Vedação.....	65
5.9. Fixação	67
5.10. Dimensões folha móvel	73
5.11. Vantagens e desvantagens	74
5.12. Ensaaios	74
5.13. Referências.....	74
5.14. Fichas	74
6. CONCLUSÃO	77
6.1. Considerações finais.....	77
6.2. Conclusões gerais.....	77
6.3. Perspetivas de desenvolvimentos futuros.....	78

REFERÊNCIAS.....	79
-------------------------	-----------

ANEXO	84
--------------------	-----------

Índice de Figuras

Figura 1 - Ensaio de permeabilidade à água.....	11
Figura 2 - Trocas de calor através de uma janela (Sirgado, 2010).....	14
Figura 3 - Zonas climáticas de inverno e de verão (Despacho n.º 15793-K, 2013).....	16
Figura 4 - Movimento do Sol ao longo das estações em Portugal (Faustino, 2012).....	17
Figura 5 - Decomposição da radiação solar no envidraçado (Sirgado, 2010).....	18
Figura 6 - Elementos que constituem um vão (Santos, 2012).....	21
Figura 7 - Elementos que constituem um vão envidraçado (Santos, 2012).	22
Figura 8 - Janela fixa (SM, 2017)	23
Figura 9 - Janela de batente à francesa com veneziana (Wikimedia, s.d.).....	23
Figura 10 - Portas de batente com 2 folhas de madeira e 1 folha de alumínio.....	24
Figura 11 - Janela projetante e janela basculante (Tamires, 2017)	25
Figura 12 - Janela oscilo-batente (SM, 2017)	25
Figura 13 - Porta pivotante. Fotos de Specht Architects e Lucas Kenji (Decora, 2021).....	26
Figura 14 - Janela de correr de alumínio.....	26
Figura 15 - Porta de correr canto (Hyline)	27
Figura 16 - Janela guilhotina (Tamires, 2017)	27
Figura 17 - Porta guilhotina (Hyline).....	28
Figura 18 - Janela harmónio (Lucas).....	28
Figura 19 - Porta de correr elevatória (SM, 2017)	29
Figura 20 - Porta oscilo paralela (Canvidres, 2015).....	29
Figura 21 - Proteção com veneziana externa (SM, 2017)	30
Figura 22 - Laminas de proteção solar (Cortizo)	30
Figura 23 - Evolução dos materiais utilizados na caixilharia ao longo do tempo. (Chaves, 2003).....	31
Figura 24 - Esquematização do processo de extrusão dos perfis de alumínio (Vicente, 2012).	32
Figura 25 - Perfil de alumínio com corte térmico e bicolor	33
Figura 26 - Porta de alumínio (Hyline, s.d.).....	34
Figura 27 - Perfis de madeira (Carminati, s.d.).....	35
Figura 28 - Perta de madeira (Gercima).....	35
Figura 29 - Porta pivotante de aço (Decora, 2021)	36
Figura 30 - Perfil de PVC (Caixilho PVC, s.d.).....	37
Figura 31 - Janela de PVC (Caixilho PVC, s.d.).....	38

Figura 32 - Perfis de caixilharia mista (Santos, 2012).	38
Figura 33 - Materiais utilizados nas caixilharias em Portugal (Pinto, 2010)	39
Figura 34 - Vidro float (Mulpainel, 2018)	42
Figura 35 - Vidro laminado (Grupo Soares)	43
Figura 36 - Vidros com PVB colorido (Grupo Soares).....	44
Figura 37 - Edifício com vidro refletivo	44
Figura 38 - Faces de um vidro duplo.....	45
Figura 39 - Vidro duplo (Vidraria Taipas)	46
Figura 40 - Classes de proteção contra o fogo Vidro (Climalit, 2010)	46
Figura 41 - Protótipo impresso em 3D para estudo.....	48
Figura 42 - Ilustração do método de impressão Countour Crafting (VIA, 2019)	49
Figura 43 - Módulo pré-fabricado impresso da Haus (Silva, 2020).....	50
Figura 44 - Instalação de caixilhos em construção 3D (Tecnundo, 2017)	50
Figura 45 - Orientação solar dos vãos (Gradhermetic, s.d.).....	52
Figura 46 - Área de vãos por fachada (%) (Sirgado, 2010).....	53
Figura 47 - Temperatura da Superfície de um vidro. Adaptado de (Saint Gobain)	56
Figura 48 – Comportamento acústico dos vidros (Venster).....	57
Figura 49 - Gráfico de isolamento acústico (Venster)	57
Figura 50 - Resultado de ensaio tipo inicial (ITT) (Extrusal, Catálogo Sistema de Batente, 2016) ...	58
Figura 51 - Resultado do ensaio de transmissão térmica (Extrusal, Catálogo Sistema de Batente, 2016)	59
Figura 52 - Resultado de ensaio acústico (Extrusal, Catálogo Sistema de Batente, 2016)	59
Figura 53 - Etiqueta energética de janelas (Reis, 2014).....	60
Figura 54 - Largura dos perfis.....	61
Figura 55 - Materiais dos caixilhos (alumínio com corte térmico, PVC, alumínio, madeira, alumínio com madeira) (Costa, 2013)	62
Figura 56 - Tipologias (porta de batente, caixilho de correr, janela de batente, projetante, oscilo)....	63
Figura 57 - Informações sobre perfil de alumínio/madeira	63
Figura 58 - Cores Ral e lacagem de madeira (Profiltec, s.d.).....	64
Figura 59 - Acabamentos anodização (Profiltec, s.d.)	64
Figura 60 - Aplicação de espuma de poliuretano (Tecnundo, 2017)	65
Figura 61 - Selagem de janela (Soudal, 2017)	66
Figura 62 - Aplicação de silicone na montagem da folha (Cortizo).....	66

Figura 63 - Vedantes usados nos caixilhos (EDPM, pelúcia e Q-LON)	67
Figura 64 - Peitoril de janela	67
Figura 65 - Formas de fixação de um caixilho (Le Roi de la fenetre, s.d.)	68
Figura 66 - Posicionamento dos caixilhos.....	68

Índice de Quadros

Quadro 1 - Valor de cálculo da pressão de vento atuante e portas e janelas exteriores [Pa] (Viegas, 2006)	7
Quadro 2 - Classificação da caixilharia em relação às ações do vento (EN 12210, 1999)	8
Quadro 3 - Seleção de classe de resistência ao vento em janelas e portas exteriores (Vicente, 2012) .	9
Quadro 4 - Classificação da caixilharia relativamente à permeabilidade ao ar (EN 12210, 1999).....	10
Quadro 5 - Seleção da classe de permeabilidade ao ar em janelas e portas exteriores (Viegas, 2006)	10
Quadro 6 - Classificação da caixilharia em relação à estanqueidade à água (EN 12208, 1999).....	12
Quadro 7 - Seleção da classe de estanqueidade à água em janelas e portas exteriores (Viegas, 2006)	12
Quadro 8 - Associação das classes de durabilidade mecânica à intensidade de utilização, para folhas móveis de janelas e portas exteriores (EN 12400, 2002)	13
Quadro 9 - Isolamento Acústico (Fernandes).....	14
Quadro 10 - Coeficientes de transmissão térmica de referência para vãos envidraçados REH [W/m ² °C]	16
Quadro 11 - Coeficientes de transmissão térmica de referência para vãos envidraçados RECS [W/m ² °C]	16
Quadro 12 - Níveis de qualidade do coeficiente de transmissão térmica para cada zona climática (Agrela, 2011)	16
Quadro 13 - Espécies recomendadas para o fabrico de caixilhos (Sousa, 1999).	34
Quadro 14 - Propriedades dos materiais usados em caixilharias	40
Quadro 15 - Vantagens e desvantagens dos materiais	41
Quadro 16 - Tipo de vidro e suas características e finalidades, adaptado de (Faustino, 2012).....	47
Quadro 17 - Comparação de preço entre os materiais (Gerador de preços, 2021).....	54
Quadro 18 - Comparação de preço entre tipologia (Gerador de preços, 2021).....	55
Quadro 19 - Pormenores de peitoril, perfil de batente	69
Quadro 20 - Pormenores de soleiras	71
Quadro 21 - Índice com as fichas desenvolvidas	75

1. Introdução

1.1. ENQUADRAMENTO GERAL

A evolução da caixilharia acompanha a história da humanidade desde antigas civilizações. É possível observar que as construções se estão a tornar mais leves, com redução das paredes maciças e um aumento dos vãos envidraçados. Essa tendência é notada principalmente na arquitetura moderna, durante o século XX, com o uso de janelas mais amplas que percorrem as edificações com o intuito de fornecer mais iluminação ambiente. A aplicação de vãos maiores traz muitas vantagens, como permitir a entrada de mais luz natural, melhorar a ventilação e integrar o ambiente interno e externo. No entanto, traz grandes desafios para a caixilharia. Além da questão estética, também se torna mais complexa a proteção conferida à envolvente.

As portas e janelas, são aberturas na envolvente dos edifícios, às quais se exige requisitos de desempenho múltiplos e contraditórios. Requer-se que sirvam não apenas como barreira, mas como um mediador, proporcionando o acesso, mas também impedindo a entrada, permitindo ventilação e visão para o exterior, mas também a proteção ao clima e ao ruído. A escolha de caixilharia é um balanço entre desejos e objetivos incluindo performance, função, aparência e custo (HUD, 1999).

O setor das caixilharias está em constante evolução para satisfazer os requisitos cada vez mais exigentes, principalmente ao nível de poupança energética, da qualidade e salubridade interior dos espaços e da sustentabilidade. Assim torna-se importante sensibilizar os projetistas e utilizadores para os critérios fundamentais na seleção dos vãos envidraçados, essencialmente sobre os materiais do caixilho, os vidros, a durabilidade e o impacto que estes terão no conforto do edifício.

Com essas mudanças constantes no setor de materiais e sistemas de caixilharias, as informações ainda não são padronizadas, e mostram-se difíceis de serem encontradas nos catálogos de caixilharia de forma intuitiva.

Além disso, os avanços a nível técnico e tecnológico, trazem em questão a aplicação da impressão 3D em diversas áreas, inclusive na indústria da construção. Por isso torna-se necessário uma introdução ao tema e como a indústria da caixilharia se insere nesse novo modelo de construção.

Ao realizar uma pesquisa na área da engenharia, é possível perceber que os sistemas de envidraçados apresentam documentação pouco explorada, quando comparadas com as soluções de envolvente opaca.

É nesse âmbito que surge o presente trabalho, que pretende de forma prática e sintética, apresentar um método para seleção de vãos envidraçados, assim como, desenvolver um catálogo para ser usado de guia para os projetistas no momento de decisão de um projeto.

1.3. OBJETIVOS

O objetivo da dissertação é sintetizar e estruturar a informação sobre vãos envidraçados com vista no desenvolvimento de um catálogo. Assim, primeiramente pretende-se fazer um levantamento e caracterização das principais soluções existentes no mercado.

Este trabalho tem um intuito prático de transmitir aos arquitetos, projetistas e engenheiros uma sensibilização dos aspetos importantes que devem ser considerados nos projetos, assim como fornecer

um catálogo com as principais soluções de envidraçados. Esse catálogo tem uma finalidade servir como base na seleção de caixilharia.

Outro objetivo dessa dissertação foi iniciar uma discussão de como as soluções usadas para construção tradicional se adaptam a construções impressas em 3D e o que tem sido pesquisado no sentido de ampliar a impressão 3D na indústria da construção.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A dissertação está dividida seis capítulos, seguidos das referências bibliográficas e de anexos.

No primeiro e presente capítulo é realizada uma introdução ao tema, abordando de forma sumária o enquadramento no qual o tema se encontra inserido, os objetivos e a estrutura em que o trabalho foi disposto.

O segundo capítulo é dedicado às exigências funcionais e normas existentes para vãos envidraçados. A legislação define parâmetros de exigências para a construção de edifícios, e isso se aplica também a caixilharias. Assim, o primeiro subcapítulo, embora não seja exaustivo, apresenta os regulamentos mais importantes e utilizados em Portugal. Tendo em conta que existe legislação própria para cada elemento separado, como dimensionamento do vidro, tratamento de perfis, esse trabalho limita-se à legislação sobre caixilhos como um todo. O segundo subtítulo apresenta a marcação CE que é obrigatória para caixilhos. O terceiro subtítulo apresenta os ensaios e classificações exigidos pela marcação CE. Essas classificações são muito importantes, porque padronizam o modo de avaliação de desempenho dos caixilhos. O quarto e quinto subtítulos são direcionados a exigências relacionadas aos vidros. Para ser possível uma avaliação do comportamento do vidro num edifício, é preciso entender a geometria solar e as propriedades óticas do envidraçado.

No terceiro capítulo pretende-se fazer um levantamento do que existe no mercado de caixilharia e as tecnologias envolvidas. O primeiro subcapítulo apresenta termos e definições. O segundo subcapítulo descreve as tipologias disponíveis no mercado, assim como as vantagens e desvantagens de cada uma. O terceiro subcapítulo apresenta os materiais mais usados para caixilharia e os avanços que têm sido realizados nesse sentido. O quarto subcapítulo é dedicado ao vidro, que é um elemento central nos vãos envidraçados. O quinto subcapítulo apresenta impressão 3D, e como esta tem se inserido na indústria da construção.

O capítulo quatro expõe um método para seleção de caixilharia e todos os principais aspetos que são importantes ao realizar um projeto. São dadas recomendações para que os caixilhos escolhidos se adequem ao projeto e sejam eficientes.

No capítulo cinco são apresentadas as fichas que compõe o manual. Cada subtítulo é um item presente na ficha, assim pretende-se nesse capítulo discorrer mais detalhadamente sobre cada um.

As conclusões e perspectivas de desenvolvimento futuro são apresentadas no capítulo 6. Neste capítulo é realizada uma análise sobre os pontos mais relevantes do tema em estudo e expõe as conclusões obtidas na execução desta dissertação. Ainda faz referência a trabalhos futuros que possam ser efetuados no seguimento desta dissertação.

As referências bibliográficas indicam as principais fontes consultadas para realização dessa dissertação.

Por fim, nos anexos, apresentam-se as fichas desenvolvidas no âmbito dessa dissertação para servir de informação direta e intuitiva para projetistas, arquitetos e construtores sobre as principais soluções de envidraçados disponíveis.

2.Exigências funcionais e normas

O sistema de caixilharia é considerado um subsistema do edifício, e assim como os outros elementos construtivos devem obedecer aos requisitos funcionais para os quais foram projetadas. Em termos gerais devem garantir segurança, habitabilidade, durabilidade, conforto e funcionalidade, além de obedecer os critérios da norma em vigor. As caixilharias são produtos abrangidos pela Diretiva dos Produtos da Construção, portanto a marcação CE é obrigatória, sendo assim necessário o cumprimento das normas harmonizadas que suportam essa marcação.

As exigências colocadas ao funcionamento da caixilharia incluem as definidas na legislação, mas tem particularidades de acordo com o projeto. Tanto os requisitos imputados às caixilharias, quanto a avaliação da conformidade, dependem do uso previsto para os vãos em questão.

Ao longo desse capítulo serão analisados alguns aspetos relacionados com exigências funcionais das caixilharias, as normas em vigor em Portugal e alguns conceitos sobre as propriedades dos vidros que são importantes para a seleção dos mesmos aquando do projeto.

2.1. NORMAS NACIONAIS

As normas internacionais que são obrigatórias para caixilharias, estão abrangidas nas normas harmonizadas europeias. Da legislação nacional aplicável aos vão exteriores também deve-se considerar algumas especificações presentes noutras normas:

- Regulamento Geral das Edificações (RGEU, 1951), que estabelece normas qualitativas nos artigos 72º e 73º;
- Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE, 2006), que estabelece valores de renovação de ar mínimos, definições de conforto térmico
- Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA), norma para cálculo de cargas e vento que exercerão influencia no caixilho.
- Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE, 2008), estabelece critérios para o desempenho acústico.
- O Decreto-Lei n.º 118/2013 vem rever a legislação nacional referente ao Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), ao Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios (REH) (antigo RCCTE) e ao Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviço (RECS) (antigo RSECE). O objetivo foi criar novos parâmetros para estarem de acordo com a Diretiva 2010/31/EU, que estabelece requisitos para melhoria do desempenho energético e conforto térmico dos edifícios. Esse documento estabelece valores de renovação de ar mínimos e definições de conforto térmico que o edifício deve ter, inclusive os caixilhos.
- Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (RT SCIE, 2020)

Como complemento à legislação referida, o LNEC publicou documentos para serem usados como referência a projetistas, fabricantes e empresas de construção, sem caráter obrigatório que valem ser mencionados.

ITE51 - Componentes de edifícios. Seleção de caixilharia e seu dimensionamento mecânico (Viegas, 2006).

ITE 52 – Componentes de edifícios. Aspeto de segurança e resistência mecânica do vidro (Pinto, 2010).

ITE 56 – Janelas e portas pedonais exteriores. Guia para a marcação CE. (Pinto, 2010)

2.2. MARCAÇÃO CE

A marcação CE é um indicativo de conformidade de produtos que permite que ele seja comercializado no Espaço Económico Europeu. Os produtos de construção devem respeitar as diretivas e requisitos mínimos de segurança do Regulamento dos Produtos da Construção (Regulamento (UE) nº 305, 2011). Este regulamento define métodos e critérios para avaliar e expressar o desempenho dos produtos de construção (ANFAJE, 2012).

Para janelas e portas exteriores já existem normas harmonizadas para a realização de ensaios e certificação. As normas harmonizadas são normas desenvolvidas por uma Comissão Europeia após um pedido de normalização de um determinado produto. Essas normas apresentam a verificação dos requisitos estabelecidos pelas diretivas em matéria de segurança, saúde e proteção ambiental. Desde julho de 2013 a marcação CE passou a ser obrigatória para todos os fabricantes de janelas e portas no Espaço Económico Europeu (EEE).

A marcação CE para portas e janelas garante que o desempenho do produto foi avaliado, e este cumpre as características de desempenho definidas na norma portuguesa (NP EN 14351-1: 2008 + A1: 2011), também denominada “Norma de Produto” para janelas e portas exteriores.

É de responsabilidade do fabricante realizar os ensaios em Organismos Certificados e solicitar a marcação apresentando os seguintes documentos:

- Realização de Ensaio Tipo Iniciais (ETI) do produto em laboratório por Organismo Notificado, com certificado do resultado;
- Documentação referente a existência de um sistema de Controlo Interno de Produção (CIP), que corresponde ao controlo em fábrica do processo da produção;
- Declaração de Desempenho do produto, na qual o fabricante declara sua possibilidade de fazer a aposição da marcação CE e atesta a validade da Etiqueta CE;
- Etiqueta da Marcação CE, com as características que a definem.

2.3. ENSAIOS E CLASSIFICAÇÕES

Os Ensaio Tipo Iniciais que são requisitos fundamentais para a marcação CE de caixilharias, e tem como objetivo demonstrar que o produto cumpre os requisitos da norma de classificação. Dada a grande quantidade de normas, foi elaborado um documento pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) o ITE51 (Viegas, 2006), com os detalhes sobre os ensaios e referências às normas europeias para cada um.

2.3.1. RESISTÊNCIA À AÇÃO DO VENTO

A força do vento é a principal ação variável que incide sobre os caixilhos, por isso é de grande importância a avaliação das deformações causadas por esta ação. Essas deformações podem gerar o aparecimento de folgas, diminuir o desempenho das juntas e permitir a entrada de ar exterior. E em casos mais graves, pode comprometer a própria segurança do caixilho.

A definição de limites para as deformações sob a ação de vento contribui para o aumento da vida útil do caixilho e também na redução de acidentes. A resistência mecânica deve ser especificada de acordo com o documento *“Componentes de edifícios. Seleção de caixilharia e seu dimensionamento mecânico”* do LNEC (Viegas, 2006). O cálculo da ação do vento é caracterizado no Regulamento de Segurança e Ações (RSA), onde são especificados valores limites de utilização e o estado limite último.

A ação do vento depende de 3 principais fatores:

1- A localização geográfica:

Para este efeito, Portugal está dividido em duas zonas, A e B, onde A contempla todo o território à exceção das Regiões autónomas dos Açores e madeiras e as localidades situadas em uma faixa de 5km de largura junto à costa ou de altitude superior a 600m, esses por sua vez pertencem à zona B;

2- Rugosidade do terreno:

Existem três tipos de terreno: o tipo I, onde a rugosidade é maior (locais situados no interior de zonas urbanas); o tipo II, para generalidade dos restantes locais (zonas rurais e periferias de zonas urbanas); tipo III que contempla a menor rugosidade (locais situados em zonas planas ou nas proximidades de extensos planos de água);

3- Efeito de proteção da ação do vento causado por obstáculos próximos, naturais ou artificiais, e que depende apenas da altura e da distância dos mesmos.

Com esses critérios deve ser analisada a ação do vento do edifício em questão. De acordo com o (RSA) é necessário cumprir a verificação em relação ao estado limite de utilização e ao estado limite último. O quadro 1 apresenta os valores de vento a serem usados em cada região de acordo com a altura.

Quadro 1 - Valor de cálculo da pressão de vento atuante e portas e janelas exteriores [Pa] (Viegas, 2006)

Cota	Região A			Região B		
	I	II	III	I	II	III
< 10 m	630	820	1150	750	980	1400
10 m a 15 m	630	910	1250	750	1100	1510
15 m a 18 m	660	950	1300	800	1150	1570
18 m a 28 m	780	1070	1420	940	1300	1710
28 m a 40 m	880	1190	1530	1070	1430	1850
40 m a 50 m	960	1260	1600	1160	1530	1930
50 m a 60 m	1030	1330	1660	1240	1610	2010
60 m a 70 m	1090	1390	1720	1320	1680	2070
70 m a 80 m	1150	1440	1760	1390	1750	2130
80 m a 90 m	1200	1500	1810	1450	1810	2190

Cota	Região A			Região B		
	I	II	III	I	II	III
90 m a 100 m	1250	1540	1850	1510	1870	2240

As deformações relativas admissíveis devem ser definidas pelo fabricante, tendo em conta as deformações admissíveis para os tipos de perfis do caixilho. Para caixilhos com vidro simples, as deformações relativas não devem exceder 1/150 do vão considerado nos perfis constituintes e o seu valor absoluto não deve exceder os 15mm absolutos. Para caixilhos com vidros duplos a deformação relativa máxima é de 1/200 do vão e a deformação absoluta máxima de 11mm (Viegas, 2006).

As portas e janelas exteriores devem ser submetidas a ensaios para a resistência à ação do vento. Os ensaios devem seguir a norma (EN 12211, 2000) e os respetivos resultados devem ser apresentados conforme a norma (EN 12210, 1999).

A norma prevê 6 classes regulares de resistência à pressão de vento, numeradas de 0 a 5, onde a classe 0 corresponde aos caixilhos que não foram ensaiados e a classe 5 à pressão de resistência mais elevada. Os valores das pressões-limites em (Pa) para cada classe são obtidos para ensaios de deformação (P1) e para ensaios de segurança à pressão (P3). O quadro 2 apresenta a classificação para cada pressão ensaiada.

Quadro 2 - Classificação da caixilharia em relação às ações do vento (EN 12210, 1999)

Classificação de resistência à ação do vento	P1 (Pa)	P3 (Pa)
0	Não ensaiada	
1	400	600
2	800	1200
3	1200	1800
4	1600	2400
5	2000	3000
Exxx*	Xxx	
*Uma amostra ensaiada com uma pressão superior à classe 5 classifica-se como Exxx, onde xxx corresponde à pressão de ensaio P1 especificada		

A resistência ao vento deve ser o primeiro critério de seleção usado na escolha dos caixilhos. Quando é realizada uma combinação da ação do vento apresentada no quadro 1 com a classificação à resistência do vento apresentada no quadro 2, é possível estabelecer as classes mínimas a serem usadas em cada caso, conforme apresentado no quadro 3.

Quadro 3 - Seleção de classe de resistência ao vento em janelas e portas exteriores (Vicente, 2012)

Cota	Fachadas abrigadas	Região A			Região B		
	I e II	I	II	III	I	II	III
10	2	2	3	4	3	3	4
15	2	2	3	4	3	4	5
18	2	2	3	4	3	4	5
28	2	3	4	4	3	4	5
40		3	4	5	4	5	B
50		3	4	5	4	5	B
60		3	4	5	4	5	B
70		4	4	5	4	5	B
80		4	5	5	4	5	B
90		4	5	A	5	A	B
100		4	5	A	5	A	

A – A utilização de janelas de classe 5 é limitada a alturas até 80m.
 B – A pressão de ensaio excede os valores previstos na norma, sendo necessário o seu cálculo caso a caso

2.3.2. PERMEABILIDADE AO AR

A permeabilidade ao ar de caixilhos exteriores deve ser limitada de forma a reduzir as perdas de calor, e evitar correntes de ar frio. Dessa forma reduz-se o consumo energético com aquecimento e arrefecimento do ambiente e melhora o conforto.

A ventilação natural do edifício é efetuada em grande parte pelas caixilharias e a qualidade do ar interior está diretamente ligada às renovações ar, por isso a importância dessa exigência funcional.

A quantidade de ar infiltrada pela caixilharia depende da diferença de pressão entre o ambiente interno e externo. Essas diferenças podem ser causadas pela ação do vento, pela diferença de temperatura ou por ambas.

As janelas e portas exteriores devem ser submetidas a ensaio de permeabilidade ao ar de acordo com a norma (EN 1026, 2000) e os respetivos resultados devem ser expressos de acordo com a norma (EN 12207, 1999).

Na norma, estão previstas cinco classes de classificação, numeradas de 0 a 4, correspondendo a classe 0 os caixilhos não ensaiados e a classe 4 a caixilhos de menor permeabilidade ao ar. Para a classificação relativamente à permeabilidade ao ar considera-se a expressão representativa dos limites de classe de permeabilidade ao ar:

$$\Delta P = \Delta P_{ref} \left(\frac{Q}{Q_{ref}} \right)^{3/2}$$

Considerando

ΔP - Valor da diferença de pressão à qual corresponde o escoamento do caudal Q de infiltração;

ΔP_{ref} – Valor da pressão de referência (nesse caso 100 Pa) para qual o caixilho permite o escoamento do caudal de infiltração Q_{ref} , sendo este valor característico de cada classe.

Para os caudais máximos de $10\text{m}^3/(\text{h.m}^2)$ e $20\text{m}^3/(\text{h.m}^2)$, os valores das pressões limites em Pa para cada classe, são explicitadas no quadro 4.

Quadro 4 - Classificação da caixilharia relativamente à permeabilidade ao ar (EN 12210, 1999)

Classe de permeabilidade ao ar	Caudal máximo de $10\text{m}^3/(\text{h.m}^2)$ ($P_{0,1}$)	Caudal máximo de $20\text{m}^3/(\text{h.m}^2)$ ($P_{0,2}$)
0	Não ensaiada	
1	$P_{0,1} \leq 9$	$P_{0,2} \leq 25$
2	$9 < P_{0,1} \leq 23$	$25 < P_{0,2} \leq 64$
3	$23 < P_{0,1} \leq 117$	$64 < P_{0,2} \leq 331$
4	$117 < P_{0,1}$	$331 < P_{0,2}$

Assim, recomenda-se que a seleção de janelas e portas exteriores ocorra de acordo com o quadro 5.

Quadro 5 - Seleção da classe de permeabilidade ao ar em janelas e portas exteriores (Viegas, 2006)

Cota	Fachadas abrigadas	Região A			Região B		
	I e II	I	II	III	I	II	III
10	1	1	2	2	1	2	2
15	1	1	2	2	1	2	2
18	1	1	2	2	1	2	3
28	1	1	2	2	2	2	3
40		2	2	3	2	2	3
50		2	2	3	2	2	3
60		2	2	3	2	3	3
70		2	2	3	2	3	3
80		2	2	3	2	3	3
90		2	3	3	2	3	3
100		2	3	3	2	3	3

Essas informações e classificação devem ser apresentadas pelos fabricantes aos clientes.

2.3.3. ESTANQUIDADE À ÁGUA

A estanquidade à água uma das exigências mais relevantes em caixilharias exteriores. Além de as proteger de águas pluviais, as caixilharias não devem permitir a infiltração de qualquer água vinda do exterior que possa causar humidade no edifício.

Para ser considerada uma caixilharia estanque, esta deve impedir a penetração de água mesmo sob fortes pressões de ventos. A baixa permeabilidade ao ar, contribui para a estanquidade à água para maiores pressões de vento.

Existem diversas formas da água passar pelas caixilharias. Deve-se dar uma atenção especial à colocação do caixilho no vão e prever meios de união e selagem entre o caixilho e a alvenaria. Esse tipo de infiltração é o mais preocupante, pois podem causar diversas anomalias na construção sem ser percebidas imediatamente. A água pode passar entre as juntas dos elementos que compõe o caixilho, entre os perfis, ou entre o vidro e os perfis. Algumas medidas podem contribuir para a melhoria dessa exigência, como o uso de soleiras, peitoris, pingadeiras e outros detalhes construtivos que ajudam a diminuir o excesso de água no caixilho.

As janelas e portas exteriores precisam de ser submetidas a ensaios de estanquidade à água de acordo com a norma (EN 1027, 2000) e os respectivos resultados classificados de acordo com a norma (EN 12208, 1999). Nesta norma estão previstas dez classes de estanquidade à água regulares, numeradas de 0 a 9, correspondendo a classe 0 a caixilhos não-ensaiados e a classe 9 aos caixilhos de estanquidade à água a pressão mais elevada. Também está prevista uma classe excecional de estanquidade designada por Exxx, que se aplica à caixilhos que são ensaiadas com pressões superiores à 600 Pa, sendo o índice xxx o valor da pressão à qual o caixilho permanece estanque.

Os caixilhos exteriores devem permanecer estanques à água quando sujeitos à ação simultânea do vento e da chuva. Em situações de temporal excecionais é aceitável que se haja perda de estanquidade desde que o caudal seja reduzido. As recomendações francesas relativas à seleção das janelas indicam que essas devem permanecer estanques em condições suscetíveis de ocorrer de 3 em 3 anos e que para a ocorrência de 10 em 10 anos, as infiltrações devem se manter reduzidas. Assim, são considerados valores das distribuições máximos das velocidades médias do vento para intervalos de 10 minutos cujas probabilidades de serem excedidos em um ano são respetivamente, 0,33 e 0,10 (Viegas, 2006).

No ensaio, os caixilhos são submetidos à aspersão de água ao mesmo tempo que são aplicadas pressões crescentes ao longo do tempo. O ensaio ocorre em uma câmara de ensaio, conforme a figura 1 e as pressões são constantes e aumentadas em patamares a cada 5 minutos. A janela é considerada estanque enquanto não ocorrem infiltrações para o interior. A figura 1 é de um ensaio de permeabilidade de um caixilho de correr de duas folhas.



Figura 1 - Ensaio de permeabilidade à água

Os valores das pressões-limite (em Pa), são representados no quadro 6.

Quadro 6 - Classificação da caixilharia em relação à estanqueidade à água (EN 12208, 1999).

Classe de estanqueidade à água	$P_{0,33}$ (Pa)	$P_{0,01}$ (Pa)
0	Não ensaiada	
1	Sem pressão	
2	$P_{0,33} \leq 50$	$P_{0,10} \leq 100$
3	$50 < P_{0,33} \leq 100$	$100 < P_{0,10} \leq 150$
4	$100 < P_{0,33} \leq 150$	$150 < P_{0,10} \leq 200$
5	$150 < P_{0,33} \leq 200$	$200 < P_{0,10} \leq 250$
6	$200 < P_{0,33} \leq 250$	$250 < P_{0,10} \leq 300$
7	$250 < P_{0,33} \leq 300$	$300 < P_{0,10} \leq 450$
8	$300 < P_{0,33} \leq 450$	$450 < P_{0,10} \leq 600$
9	$450 < P_{0,33} \leq 600$	$600 < P_{0,10} \leq 750$
Exxx	$600 < P_{0,33}$	$750 < P_{0,10}$

A classe 1, corresponde à estanqueidade do sistema sem pressão do vento, portanto não é recomendada para usos exteriores.

Assim, recomenda-se que as caixilharias sejam selecionadas de acordo com o quadro 7.

Quadro 7 - Seleção da classe de estanqueidade à água em janelas e portas exteriores (Viegas, 2006)

Cota	Fachadas abrigadas	Região A			Região B		
	I e II	I	II	III	I	II	III
10	2	3	3	5	3	4	6
15	2	3	4	6	3	4	7
18	3	3	4	6	3	5	7
28	3	3	5	7	4	6	7
40		4	5	7	4	6	7
50		4	6	7	5	7	8
60		4	6	7	5	7	8
70		5	6	7	6	7	8
80		5	7	7	6	7	8
90		5	7	8	6	7	8
100		6	7	8	7	8	8

2.3.4. DURABILIDADE MECÂNICA

Para avaliar a durabilidade mecânica, as caixilharias devem passar por ensaios segundo a norma (EN 1191, 2000) e os respetivos resultados classificados de acordo com a norma (EN 12400, 2002).

Segundo as diretivas (UEAtc, 1974) para homologação de janelas deve ser realizado um ensaio de durabilidade mecânica que consiste na abertura e fecho da folha móvel da janela durante 10000 ciclos, que corresponde a cerca de 27anos realizando um ciclo por dia.

De acordo com a norma (EN 12400, 2002) as classes de durabilidade mecânica à intensidade de utilização para folhas móveis e portas exteriores estão expressas no quadro 8.

Quadro 8 - Associação das classes de durabilidade mecânica à intensidade de utilização, para folhas móveis de janelas e portas exteriores (EN 12400, 2002)

Classe	Nº de ciclos	Intensidade de utilização	
		Janelas	Portas
Classe 1	5 000	Reduzida	Ocasional
Classe 2	10 000	Moderada	Reduzida
Classe 3	20 000	Elevada	Pouco frequente
Classe 4	50 000		Moderada
Classe 5	100 000		Normal
Classe 6	200 000		Frequente
Classe 7	500 000		Elevada
Classe 8	1 000 000		Severa

2.3.5. DESEMPENHO ACÚSTICO

A caixilharia costuma ser o elemento mais sensível da fachada no que se refere ao isolamento acústico, por ser um elemento leve e de descontinuidade na fachada. O isolamento acústico de um caixilho é a capacidade que esta tem de impedir a entrada de ruídos exteriores no interior. O parâmetro que caracteriza essa propriedade é o “R”, parâmetro medido em decibéis (dB) de atenuação acústica (Vasconcelos, 2017).

Essa exigência deve levar em conta a localização do edifício, se este está mais suscetível a ruídos como a proximidade de aeroportos, centro da cidade, tráfego, etc. O isolamento acústico de uma janela depende de diversos aspetos, e deverá ser realizado um estudo pormenorizado para cada janela, contudo dois aspetos que devem ser levados em conta no projeto:

- Forma de abertura: Os sistemas de abrir ou oscilo batente, normalmente tem um isolamento melhor do que as de correr tradicional por causa do uso de vedantes em vez de pelúcias nas juntas entre o aro fixo e a folha móvel, a redução sonora pode ir até 10dB (Kömmerling, 2007). Essa questão está diretamente relacionada com a permeabilidade ao ar da janela.

- Escolha adequada do vidro: O isolamento acústico de um caixilho depende principalmente da espessura do vidro e da sua composição. A redução sonora está diretamente ligada com a massa de vidro e o uso de PVB acústico também pode melhorar o desempenho acústico. É sempre recomendado que em vidros duplos sejam usados vidros com espessuras diferentes, para atenuar as frequências críticas de cada um.

Além da composição do vidro, é preciso considerar o material do caixilho, as vedações entre os elementos e uma boa selagem das juntas para se obter um bom resultado de isolamento acústico global.

As janelas devem ser submetidas a ensaios de acordo com as normas (EN ISO 10140-2, 2010), (EN ISO 717-1, 2013). As normas de cálculo estão presentes na norma (EN 14351, 2001) anexo B. Deve-se ter também em conta o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE, 2008).

O ensaio é realizado de acordo com (EN ISO 10140-2, 2010), que prevê a existência de dois locais (A, B), separado por uma barreira (C). O resultado é a diferença entre o espectro sonoro emitido em A e o recebido em B, sendo o espectro de isolamento bruto. Este valor é normalizado e são feitas medições para diferentes frequências emissoras, e retirada uma média ponderada conforme explicitado em (EN 14351, 2001) anexo B (Vicente, 2012). O quadro 9 apresenta as classes de acordo com isolamento acústico dos caixilhos.

Quadro 9 - Isolamento Acústico (Fernandes)

Classe	R_w , dado em função de um ruído de tráfego rodoviário
Classe 1	32
Classe 2	33
Classe 3	36
Classe 4	≥ 40
A estes valores é necessário fazer uma correção, correspondente a C_{tr} , quando se trata de um ruído proveniente da circulação. Para outros tipos de ruído (ruído rosa), utiliza-se a correção C, segundo (EN ISO 717-1, 2013) .	

2.3.6. ISOLAMENTO TÉRMICO

Quando existem diferenças de temperatura entre duas superfícies de um elemento construtivo, como o ambiente externo e interno, ocorrem trocas de calor através desse elemento. Com o objetivo de encontrar um estado de equilíbrio, ocorrem transferências de calor de zonas com temperaturas elevadas para as zonas com menor temperatura. No caso dos envidraçados, essa transferência ocorre de três formas: condução, através do vidro e do caixilho, radiação, através das superfícies do vidro e convecção através da câmara de ar de sistemas de vidros duplos ou triplos. A figura 2 ilustra as formas de transferência de calor num envidraçado.

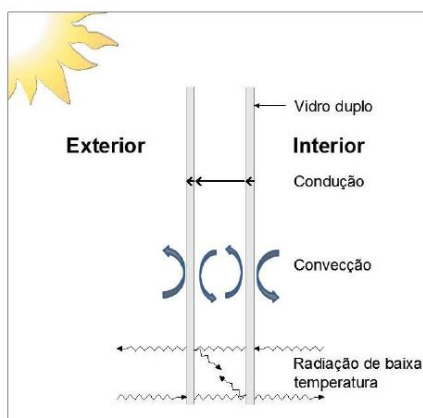


Figura 2 - Trocas de calor através de uma janela (Sirgado, 2010)

A transmissão por condução ocorre principalmente em sólidos, a energia térmica é transferida através da vibração entre átomos e moléculas de um sólido sem que ocorra transferência de matéria até que se atinja uma condição de equilíbrio. A quantidade de calor que flui é função do material e da espessura que compõe o elemento. Cada material tem uma propriedade intrínseca que caracteriza essa propriedade, chamado de condutividade térmica (Agrela, 2011). Essa transferência ocorre no caixilho e no vidro.

A transmissão de calor num fluido não ocorre apenas entre o movimento interno de átomos e moléculas vizinhas, ocorre sobretudo devido ao movimento das partículas que constituem o fluido. Normalmente, temperaturas diferentes causam uma alteração de densidade no fluído, pelo que ocorre a deslocação da matéria, fenómeno chamado de convecção. Num envidraçado, é possível verificar essa troca junto às faces interior e exterior do vidro e na caixa de ar entre vidros. O uso de gases menos viscosos, reduzem a troca por convecção.

A transmissão por radiação é um processo de troca de calor entre dois corpos que se encontram a temperaturas diferentes, sem intervenção de partículas materiais, através de ondas eletromagnéticas. A radiação é transmitida do corpo mais quente para o mais frio, todos os corpos ou superfícies emitem radiação eletromagnética. Esta emissão será tanto maior quanto mais elevada for a sua temperatura. Existem dois tipos de radiação: Transferência por radiação de grande comprimento de onda, que abrange os comprimentos de 3 aos 50 μm , é emitida por todos os corpos, ou transferência por radiação de baixo comprimento de onda, proveniente da radiação solar e abrange os comprimentos na ordem de 0.3 a 2.5 μm . A diferença entre estes dois tipos de transferência é importante para a compreensão dos vidros com película de baixa emissividade (Agrela, 2011).

Esta transferência de calor exprime-se através do coeficiente de transmissão térmica, U. O coeficiente de transmissão térmica, representa a quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma superfície de área unitária por unidade de diferença de temperatura entre o interior e o exterior. Este coeficiente deve estar de acordo com determinados limites de forma a assegurar a eficiência energética do edifício.

Para o ensaio da transmissão térmica dos perfis, dos vidros e de janelas e portas, utiliza-se a norma europeia (EN ISO 12567-1, 2011). Para o cálculo por métodos numéricos do coeficiente de transmissão térmica, são utilizadas as normas (EN ISO 10077-1, 2006) e (EN ISO 10077-2, 2003).

A energia térmica que atravessa a caixilharia realiza essa passagem principalmente por um dos processos descritos abaixo (Vicente, 2012):

- através do caudal de ar que passa através da caixilharia, seja com as folhas abertas (ventilação), seja com as mesmas fechadas (infiltração);
- calor que passa através do material constituinte da caixilharia e do vidro por condução;
- energia térmica que entra através do vidro por radiação solar.

O (Decreto-Lei n.º 118, 2013) define uma série de requisitos para envolvente de forma a garantir o isolamento térmico do edifício. Portugal é dividido em três zonas climáticas de inverno (I1, I2 e I3) e três zonas climáticas de verão (V1, V2 e V3) para a aplicação dos requisitos da qualidade térmica. A figura 3 apresenta as zonas climáticas definidas pela legislação.

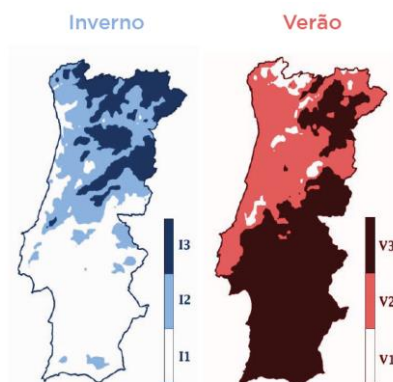


Figura 3 - Zonas climáticas de inverno e de verão (Despacho n.º 15793-K, 2013)

O (Despacho n.º 15793-I, 2013) apresenta os fatores que devem ser considerados no cálculo térmico dos elementos da fachada. Existem dois regulamentos, o REH é o Regulamento dos Edifícios de Habitação, e o RECS é o Regulamento de Desempenho dos Edifícios de Comércio e Serviço. Assim para efeitos de determinação do coeficiente de transmissão térmica de referência, U_{ref} , deve-se consultar a tabela I.01 da (Portaria n.º 349-B, 2013) para habitações e a tabela I.09 da (Portaria n.º 349-D, 2013) para edifícios de comércio e serviço. Os quadros 10 e 11, apresentam os respetivos valores de referências.

Quadro 10 - Coeficientes de transmissão térmica de referência para vãos envidraçados REH [W/m² °C]

	I1	I2	I3
U_w (Vãos envidraçados)	2,9	2,6	2,4

Quadro 11 - Coeficientes de transmissão térmica de referência para vãos envidraçados RECS [W/m² °C]

	I1	I2	I3
U_w (Vãos envidraçados)	4,3	3,3	3,3

O desempenho térmico é inversamente proporcional ao coeficiente de transmissão térmica, ou seja, quanto menor o valor de U , melhor o desempenho do caixilho. Mas dependendo da orientação do caixilho e da localização o critério de exigência é menor, por isso o nível de qualidade é medido em relação ao U de referência de acordo com a zona climática. No quadro 12 apresentam níveis de qualidade relativos aos coeficientes térmicos de referência.

Quadro 12 - Níveis de qualidade do coeficiente de transmissão térmica para cada zona climática (Agrela, 2011)

Níveis de Qualidade	Critério U
N0	$U > U_{Ref}$
N1	$U = U_{Ref}$
N2	$U < 0,75 \cdot U_{Ref}$
N3	$U < 0,6 \cdot U_{Ref}$

2.4. GEOMETRIA SOLAR

Os vãos envidraçados devem ser projetados de forma a contribuir para o conforto térmico, pelo que procura maximizar a insolação dos vãos nos períodos frios e minimizá-la nos períodos quentes. As condições de insolação dos vãos envidraçados, são fortemente condicionadas pela orientação do vão no edifício e com as obstruções à radiação solar direta.

Ao longo do ano o sol apresenta percursos solares diferentes de acordo com as estações do ano e com o local da construção. Conhecer o movimento do sol ao longo do dia para as diferentes estações é de extrema importância para o projeto devido ao ângulo de incidência dos raios solares nos envidraçados. A geometria solar está relacionada com o movimento de rotação e de translação da Terra.

Um edifício localizado no hemisfério norte não recebe a mesma radiação solar que uma construção no hemisfério sul. Assim como uma edificação que está mais afastada da linha do equador não se compara a uma que está mais próxima. A geometria solar muda de acordo com a região e com a estação do ano. Enquanto no hemisfério norte, a maior incidência solar está à sul no hemisfério sul, a maior incidência é na fachada norte, pelo que as informações contidas nessa dissertação sobre a geometria solar aplicam-se a Portugal.

Na figura 4, é possível observar o movimento do sol de acordo com as estações do ano. No inverno o percurso do sol é praticamente ao nível dos vãos envidraçados de uma fachada vertical, o que favorece a entrada de radiação solar de um vão orientado à sul. Durante o verão, o percurso do sol é em um ponto mais alto, e por consequência o ângulo de incidência é maior, atenuando os ganhos solares (Faustino, 2012).

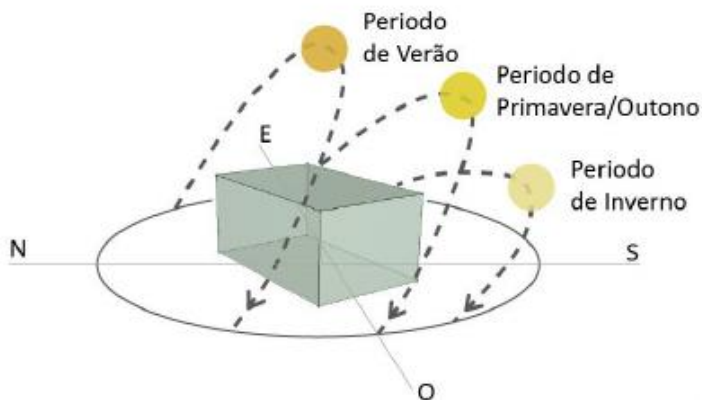


Figura 4 - Movimento do Sol ao longo das estações em Portugal (Faustino, 2012)

No hemisfério Norte, a orientação Sul é mais indicada para a otimização dos ganhos solares de inverno. Como é possível perceber pela figura 4, é a orientação que tem maior incidência solar. Entretanto é importante levar em consideração que esses ganhos solares, serão negativos no verão, por isso é importante planejar dispositivos de sombreamento nessa fachada.

2.5. DESEMPENHO ÓTICO DO VIDRO

A radiação que incide no vidro é dividida em três componentes, uma que é transmitida para o interior, outra é refletida para o exterior e outra componente é absorvida pelo vidro. A figura 5 ilustra as componentes da radiação solar quando incide num envidraçado.

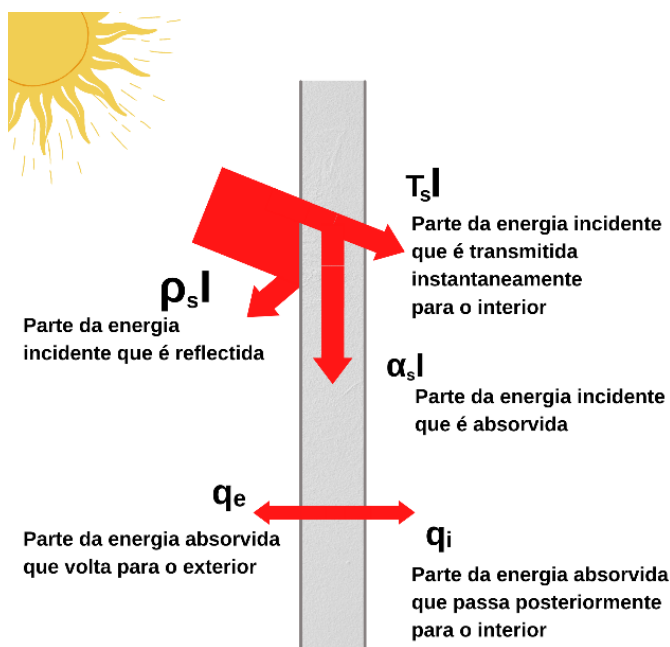


Figura 5 - Decomposição da radiação solar no envidraçado (Sirgado, 2010)

A caracterização do vidro é efetuada com recurso ao quociente de cada uma das componentes sobre a radiação total incidente. As propriedades óticas do vidro designam-se como transmitância (T_s), reflectância (ρ_s) e absortância (α_s). Essas propriedades dependem do ângulo de incidência e do comprimento de onda da radiação.

A energia solar que passa para o interior do edifício através dos envidraçados é constituída por uma parte que atravessa diretamente o vidro e outra parte (q_i), que é a energia que primeiramente é absorvida e depois é transferida para o interior através de convecção e radiação. Para definir um parâmetro que considera essas duas parcelas é designado o fator solar do vidro que está definido em (NP EN 410, 2000) como sendo a soma do fator de transmissão direta da energia solar com o fator de transmissão secundário de calor.

O fator solar ($g_{\perp}$) indica a energia que efetivamente atravessa o envidraçado, pelo que quanto menor for o fator solar, menor a quantidade de energia que atravessa o vidro. Este fator é influenciado por várias condições como ângulo de incidência, a espessura de vidro. O fator solar nos vidros varia de 0.9 que seria um vidro simples claro, até 0,10 para um vidro duplo de cor azul com controlo solar (Faustino, 2012).

A transmissão luminosa (t_v) representa a percentagem da luz visível que é transmitida para o interior da habitação através do vidro. O vidro com maior valor de transmissão luminosa é mais transparente, portanto permite maior entrada de luz e uma visão mais translúcida do exterior. Enquanto o vidro com

menor transmissão luminosa bloqueia parte da luz visível, criando um ambiente com uma menor iluminação natural.

O coeficiente de reflexão luminosa (r_v) expressa a capacidade do vidro de refletir a parte visível da radiação incidente, ou seja, representa o comportamento de espelho de um vidro. Todos os vidros lisos são refletivos, embora seja possível aumentar a reflexão com tratamentos que consistem na aplicação de uma camada metalizada em uma das faces.

3. Tecnologia dos vãos envidraçados

3.1. ENQUADRAMENTO

Atualmente existe uma vasta tecnologia envolvida no processo de fabrico de uma caixilharia, e por causa de regulamentações mais rígidas nas exigências térmica e acústica dos edifícios, os fabricantes tem investido cada vez mais em avanços tecnológicos para satisfazerem essas exigências.

Existem vários materiais, tipologias e soluções de caixilhos. É imprescindível conhecer o que está disponível no mercado, para assim ser possível escolher a melhor solução de acordo com as especificações do projeto. Assim nesse capítulo, serão apresentadas algumas definições, os materiais e tipologias mais usados, assim como as principais características das caixilharias. Seguidamente, será apresentado como a impressão 3D tem se inserido na indústria da construção.

3.2. TERMOS E DEFINIÇÕES

O vão é um termo que define um espaço vazio, ou uma abertura na envolvente de uma construção que permite a iluminação e/ou ventilação do compartimento interior, assim como a relação visual entre o interior e exterior. O vão, representado na figura 6, e é composto por:

- Ombreiras, que são as partes verticais do vão, onde é instalado o caixilho e sobre as quais assenta a padieira.
- A padieira é o elemento horizontal superior do vão que tem como objetivo dar sustentação ao vão, para reduzir a flecha e permitir o bom funcionamento do caixilho.
- O peitoril ou soleira é o elemento horizontal inferior do vão onde a janela ou porta é instalado, e sob a qual assentam as ombreiras. Tem importância crucial para impedir que a água da chuva não entre na residência (Santos, 2012).

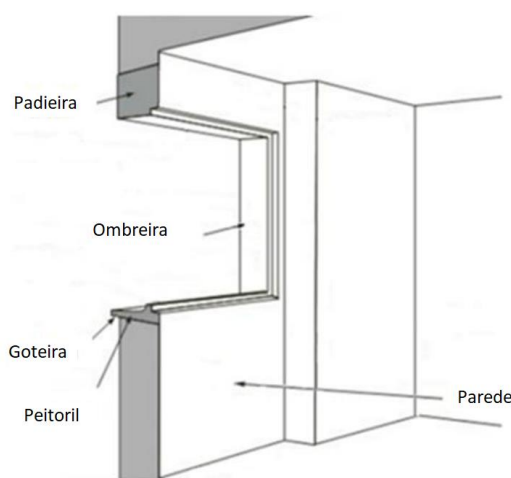


Figura 6 - Elementos que constituem um vão (Santos, 2012).

O preenchimento e o controlo das aberturas na envolvente, são feitos com vãos envidraçados, podendo ser portas ou janelas, que permitem a iluminação, ventilação e, no caso das portas, a passagem.

A caixilharia é o elemento de transição entre a área opaca da envolvente e o envidraçado, ou seja, é a estrutura que permite a fixação do vidro a outros elementos da construção. Tem como principais funções a sustentação ao vidro, garantir a estanquicidade e operacionalidade dos vãos.

O caixilho é constituído por vários elementos que variam de acordo com o tipo de abertura e o material usado. No entanto, alguns elementos são comuns: o aro fixo, a folha móvel, o vidro (ou laminas opacas), os bites (perfis de fixação dos vidros no caixilho), as ferragens (dobradiças, mecanismo de fecho) e as borrachas de selagem. A figura 7 apresenta os principais elementos de uma janela.

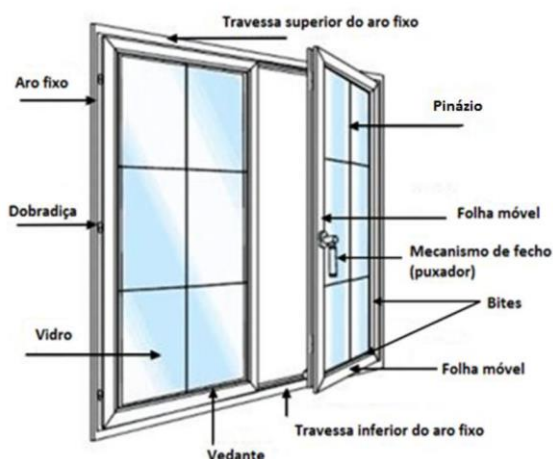


Figura 7 - Elementos que constituem um vão envidraçado (Santos, 2012).

Na norma de produto para janelas e portas exteriores (EN 14351, 2001) existem requisitos diferentes para portas e janelas, relativamente à resistência mecânica. No sentido de orientar essa seleção, a norma (NP 4517, 2015), define a terminologia de janela e porta como:

- Janela como sendo *componente de edifício destinado a fechar uma abertura numa parede ou telhado inclinado que permite a passagem de luz e pode permitir ventilação.*
- Porta como sendo *componente de edifício destinado a fechar uma abertura numa parede que permite acesso ou passagem e que pode permitir a passagem de luz quando fechado, quando a porta tem vidro.*
- Janela de sacada como sendo *janela com altura de porta que permite acesso ou passagem.*
- Porta pedonal exterior (*external pedestrian doorset*) como sendo *porta que separa o clima interior de uma construção do clima exterior e cujo principal uso previsto consiste na passagem de pessoas.*

Fica assim claro que a diferença principal entre portas e janelas reside no objetivo prioritário das primeiras consistir em permitir o acesso ou passagem de pessoas.

3.3. TIPOLOGIA

Quanto o tipo de abertura, os caixilhos podem ser divididos em: fixo, batente, basculante, projetante, oscilo-batente, pivotante, correr, guilhotina, harmónio, correr elevatória e oscilo paralela.

3.3.1. Fixo

Esta janela, é caracterizada pela imobilidade tanto do vidro como do caixilho. Este tipo de janela destina-se exclusivamente à entrada de luz, se bem instalada, a estanquidade e segurança estão garantidas, no entanto a ventilação é nula. A limpeza da face exterior é impossível a partir do interior. É comum ser usado na composição com uma janela móvel ou em locais sem acesso para abertura. A figura 8, apresenta uma janela de alumínio fixa, que por estar localizada no rés de chão não tem a dificuldade de limpeza, e tem o objetivo apenas de iluminação do ambiente.



Figura 8 - Janela fixa (SM, 2017)

3.3.2. BATENTE

A tipologia de batente é uma das mais usadas na construção, podendo ser tanto uma janela quanto uma porta. A porta de batente é efetivamente o tipo de porta pendonal mais comumente usada no controlo de acesso interior e exterior de um edifício.

Esse caixilho é composto por um aro fixo, e folhas móveis que se fixam com dobradiças no eixo vertical num dos lados do aro. O elemento de fecho fica do lado contrário à dobradiça. A abertura pode ser tanto para dentro (à francesa) como para fora (à inglesa). A figura 9, apresenta uma janela de batente com abertura para dentro com portadas de batente externas.



Figura 9 - Janela de batente à francesa com veneziana (Wikimedia, s.d.)

O mais comum é ser composta por uma ou duas folhas, mas com o uso de montantes ou travessa no aro é possível combinar com fixo ou mais folhas. As principais vantagens dessa tipologia é a boa estanquidade ao ar e à água e a abertura completa do vão.

As janelas com abertura para dentro tem como desvantagem o espaço interno necessário para as folhas, o que dificulta o uso de cortina e ocupa espaço interno. Por outro lado, como as folhas ficam para dentro tem como vantagem a facilidade de limpeza.

As janelas de abertura exterior, não permitem o uso de grades de segurança ou estores e pela dificuldade de limpeza, são menos usadas. Tanto numa situação quanto na outra, as folhas só se fixam quando abertas ou fechadas totalmente, portanto não permitem qualquer regulação de ventilação. Não é aconselhável para grandes vãos, devido ao espaço que ocupa e a limitação de medidas da folha.

Quando são usadas como janelas o aro fixo é perimetral, quando são usadas como portas, é escusado o perfil inferior do aro, para não criar um obstáculo à passagem. A figura 10 apresenta duas portas de batente, na primeira uma porta de balcão de madeira com duas folhas e a segunda uma porta de alumínio de 1 folha, as duas sem aro inferior.

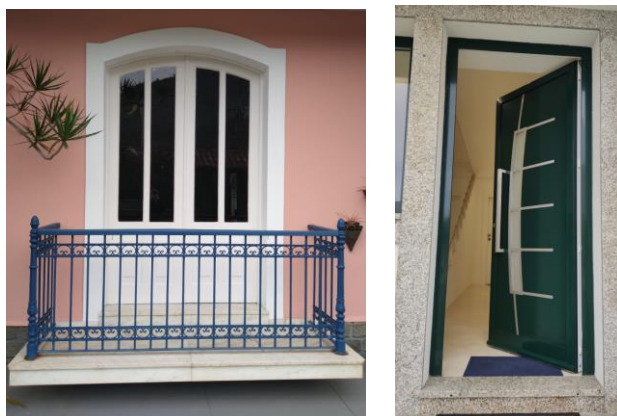


Figura 10 - Portas de batente com 2 folhas de madeira e 1 folha de alumínio

3.3.3. BASCULANTE

A folha móvel projeta-se em torno de um eixo horizontal ou por meio de um braço de articulação. Essas janelas tem a vantagem de poder controlar a abertura, ocuparem pouco espaço interior e ter uma boa estanquidade à água. Os modelos que abrem para dentro e tem eixo inferior são popularmente chamadas de “janelas basculantes” e as que abrem para fora e têm eixo superior, de “janelas projetantes” (ou maxim-ar). O mais comum é ter apenas uma folha, mas com o uso de montantes também podem ser combinadas com mais folhas ou com fixo. Existem também opções que permitem a abertura motorizada, com uma menor abertura. Na figura 11 apresenta-se uma janela projetante com quatro folhas e uma janela basculante de uma folha.



Figura 11 - Janela projetante e janela basculante (Tamires, 2017)

3.3.4. OSCILO-BATENTE

A janela oscilo-batente é uma combinação da abertura das duas últimas formas apresentadas, ou seja, permite a abertura da folha por rotação, em torno do eixo vertical (janela de batente) e no eixo horizontal inferior (janela basculante). É geralmente composta por uma folha, ou comumente, combinada com uma de batente formando duas folhas. Com o uso de travessas também pode ser combinada uma quantidade maior de folhas. Na figura 12 está representada uma sequência de janelas oscilo-batente de alumínio com fixos superiores.



Figura 12 - Janela oscilo-batente (SM, 2017)

3.3.5. PIVOTANTE

O caixilho pivotante é determinado por movimento giratório em torno de um eixo (pivô). Os caixilhos pivotantes são usados tanto para portas, quanto para janelas. Para as janelas esse eixo pode ser horizontal, mas o mais comum é no eixo vertical que pode estar no meio do vão ou mais próximo de uma das bordas. Permite aberturas para a circulação do ar em todo o ambiente, mas dificulta a colocação de cortinas e grades. Os sistemas de pivotante têm uma garantia menor de vedação do que os outros sistemas. As portas pivotantes são muito usadas como portas de entrada em residências e podem ser motorizadas. Em vez do vidro também são usados outros tipos de fechamento para diferentes soluções. A figura 13 apresenta portas de entrada pivotantes, a primeira de ferro preto com vidro e a segunda de aço corten.

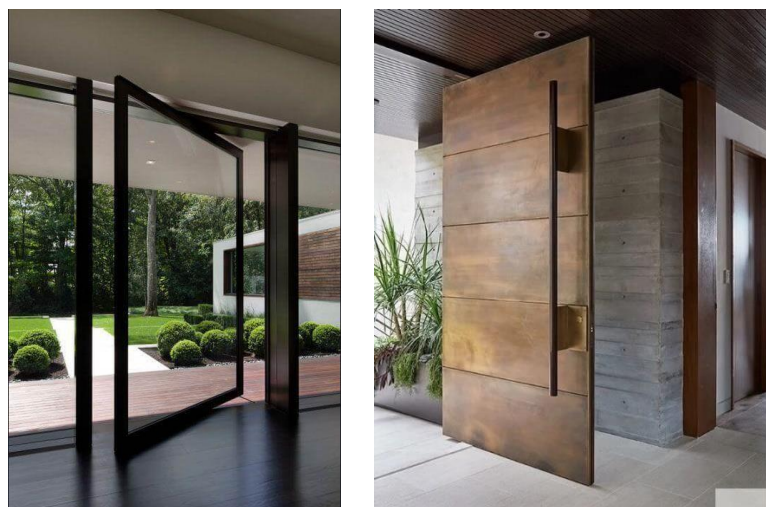


Figura 13 - Porta pivotante. Fotos de Specht Architects e Lucas Kenji (Decora, 2021).

3.3.6. CORRER

Os caixilhos de correr são um dos mais usados, as folhas movem-se no sentido horizontal através de rodízios nos trilhos. Pode ser constituído por uma ou mais folhas, caso seja preciso aproveitar o vão da janela, é possível embutir na parede. É a tipologia que permite maior versatilidade e tem a vantagem de não se prolongar fora do plano do vão, pelo que permite o uso de persianas, grades do lado exterior e de cortinas no lado interno. Além disso, esse sistema também permite ao utilizado, abrir o quanto desejar a folha, controlando a ventilação. Tanto o número de trilhos quanto o número de folhas podem ser ajustados de acordo com o projeto, quanto mais trilhos, maior a percentagem do vão livre para ventilação. A figura 14 apresenta uma janela de correr simples com duas folhas, que permite a abertura do 50% do vão.



Figura 14 - Janela de correr de alumínio

Geralmente, é um caixilho que não apresenta um bom desempenho ao nível da permeabilidade ao ar, e por isso, necessita de componentes que melhorem a performance. Essa tipologia é usada tanto para portas quanto para janelas, permitindo aberturas de cantos e podendo ter suas folhas motorizadas. A

figura 15 apresenta uma porta de alumínio de canto, onde de um lado tem um trilho único, no qual a folha corre para atrás da parede, e do outro lado um trilho triplo com três folhas de correr.



Figura 15 - Porta de correr canto (Hyline)

3.3.7. GUILHOTINA

Esses caixilhos tem um movimento semelhante ao de uma guilhotina. São folhas sobrepostas que se movimentam no plano vertical. A janela guilhotina abre-se manualmente, e dependendo das dimensões podem se usar contrapesos laterais para reduzir a força necessária para abertura. Esta tipologia permite graduar a abertura em qualquer posição caso sejam usados contrapesos. O sistema é similar ao de correr, porém os rodízios e os trilhos são verticais. A figura 16 apresenta duas janelas guilhotina de madeira combinadas com um montante central sem contrapesos, ou seja, não permitem o controle de abertura. A abertura é de 50% do vão.



Figura 16 - Janela guilhotina (Tamires, 2017)

Esse sistema de abertura é mais comum em janelas, mas existem algumas portas que podem ser fabricadas assim, nesses casos mais especiais são necessariamente motorizadas devido ao tamanho e ao peso das folhas. Na figura 17 apresenta-se uma de porta guilhotina de alumínio motorizada com contrapesos.



Figura 17 - Porta guilhotina (Hyline)

3.3.8. HARMÓNIO

Esse modelo apresenta uma abertura completa do vão. É formada por múltiplas folhas articuladas entre si, que ao se abrirem, dobram-se uma nas outras, por deslizamento horizontal. Pode ser usado como porta ou janela. Apesar de regular bem a entrada de ar e luz, quando fechada não apresenta boa estanquidade pelo que é recomendada para lugares protegidos. Embora aberta ocupe espaço fora do plano, por ser dividido em mais folhas o espaço é consideravelmente menor do que um caixilho de batente ocuparia para o mesmo vão.

A figura 18 apresenta uma janela de alumínio em harmônico de três folhas com abertura interior, com guarda de vidro externa, permitindo abertura total do vão.

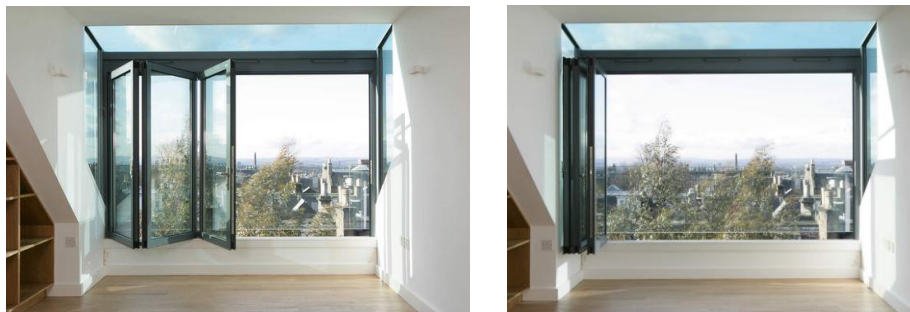


Figura 18 - Janela harmónio (Lucas)

3.3.9. CORRER ELEVATÓRIA

As portas ou janelas de correr elevatórias, também conhecidas como alçar e correr, tem as mesmas vantagens das janelas de correr em termos de abertura e possibilidades, porém tem uma vedação melhor já que a ligação da folha com o aro é realizada com borrachas e não com pelúcias. Esse sistema não é muito comum devido ao elevado preço do sistema, mas permite criar soluções com grandes dimensões. São usadas como portas ou como janelas, porém há a desvantagem de ter aro inferior como um obstáculo quando utilizadas para passagem de pessoas. A figura 19 apresenta um exemplo de porta de correr elevatória em canto, combinando duas folhas com três folhas.



Figura 19 - Porta de correr elevatória (SM, 2017)

3.3.10. OSCILO PARALELO

Essa tipologia tem como vantagem ocupar pouco espaço para a abertura e permitir dois tipos de abertura, assim como a oscilo-batente. Quando só inclinada para o interior, permite a ventilação sem precisar de abrir todo o vão, ou a folha pode ser completamente aberta deslizando para cima da segunda folha. Tem uma boa estanquidade ao ar e à água. A segunda folha precisa necessariamente ser fixa e tem a desvantagem de ter sempre o aro inferior, o que cria um obstáculo na passagem. A figura 20 apresenta uma porta oscilo paralela de alumínio.



Figura 20 - Porta oscilo paralela (Canvidres, 2015)

3.4. SOMBREAMENTO

O sombreamento dos vãos envidraçados pode exercer grande influência nas condições do ambiente interior, principalmente na redução de consumo energético. Em regiões mais ao Sul da Europa a incidência solar é elevada no verão, por isso torna-se imprescindível o controle da radiação nos envidraçados. O foco dessa dissertação não é nos dispositivos de sombreamento, então, apesar de ter muito mais a ser dito a cerca do tema, o objetivo é apenas dar uma introdução.

Os dispositivos de sombreamento servem para melhorar o nível de conforto dos edifícios, controlando e limitando o impacto do sol nos envidraçados. As principais funções são de: proteção contra ganhos solares excessivos, controle e modelação da iluminação natural, gestão de níveis de privacidade, possibilidade de contato visual com o ambiente exterior. Quando bem dimensionado, o uso de dispositivos pode reduzir o ganho solar dos envidraçados em até 80% (O.A., 2001).

Os dispositivos podem ser fixos ou móveis, e estes últimos ainda podem ser manuais ou automáticos. Podem estar localizados no interior, no exterior ou mesmo no interior da cavidade de ar, entre panos de vidro. A forma mais eficaz de reduzir os ganhos solares é intersetando a radiação direta antes do sol atingir o envidraçado, por isso as soluções exteriores são as mais recomendadas.

No mercado existem diferentes soluções como proteções solares do tipo vegetal, projeções arquitetónicas, como palas verticais e horizontais, estores e persianas externas, portadas, cortinas ou lamelas de sombreamento. Em Portugal as soluções mais aplicadas em edifícios multifamiliares são as persinas de réguas plásticas. Enquanto as soluções com portadas são mais comuns em moradias (Gomes C. P., 2017).

Na figura 21 estão representadas dois modelos de proteção externas, a primeira é uma portada de alumínio de batente e a segunda é uma portada de correr de alumínio com acabamento em madeira



Figura 21 - Proteção com veneziana externa (SM, 2017)

A figura 22 apresenta um tipo de sombreamento móvel, que são as lâminas de proteção solar. Sendo possível controlar iluminação.

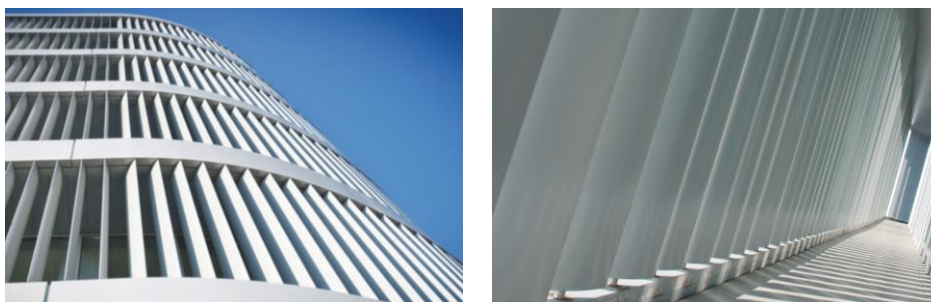


Figura 22 - Laminas de proteção solar (Cortizo)

3.5. MATERIAIS UTILIZADOS NOS CAIXILHOS

3.5.1. INTRODUÇÃO

O material utilizado para fabricar a caixilharia não é apenas importante para as características físicas do caixilho, como espessura dos perfis, resistência estrutural, estética, mas também tem uma importância significativa no desempenho térmico e acústico.

Na história da construção, a madeira foi o primeiro material a ser usado para os caixilhos dos envidraçados. Na segunda metade do século XIX começa-se a usar o ferro como matéria-prima para os caixilhos. Em seguida passou-se a usar o alumínio e o PVC. A procura por novos materiais é contínua, e tem como objetivo melhorar as condições de conforto e atender a exigências mais rígidas (Chaves, 2003). A figura 23 mostra a evolução dos materiais usados em caixilhos ao longo do tempo.

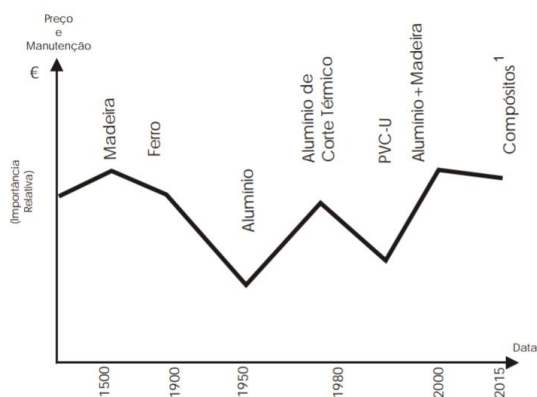


Figura 23 - Evolução dos materiais utilizados na caixilharia ao longo do tempo. (Chaves, 2003)

Geralmente as caixilharias são produzidas em quatro materiais básicos: madeira, alumínio, aço (ferro) e PVC. O desempenho do caixilho varia de acordo com as propriedades do material de cada uma, assim como o sistema de perfis. Seguidamente serão abordadas as principais características de cada material.

3.5.2. ALUMÍNIO

O alumínio é o segundo metal mais produzido no mundo, atrás apenas do ferro. O óxido de alumínio é o elemento mais abundante na crosta terrestre. Compreende 8% do solo e das rochas do nosso planeta. O material com maior concentração de óxido de alumínio é a bauxite. Essa rocha ocorre na natureza em grandes depósitos, aproximadamente 92% da produção mundial de bauxite é usado na produção de alumínio (Costa, 2013).

O alumínio tem uma baixa resistência mecânica e não pode ser usado diretamente em aplicações onde a resistência à deformação e à fratura são fundamentais. Mas essas características podem ser melhoradas com a adição de pequenas quantidades de outros elementos. Os resultados são diferentes tipos de alumínios, caracterizados em tipos de liga direcionadas para aplicações finais específicas.

O elevado sucesso do alumínio deve-se às propriedades intrínsecas do material, como baixa resistência relativa, alta resistência à oxidação, facilidade de trabalhar e alta reciclabilidade sem perda das propriedades físico-químicas.

Para aplicação em portas e janelas, são usados perfis da liga alumínio 6060. Para essa liga é feita uma adição de silício e magnésio, que melhoram a resistência à corrosão e torna a liga mais suscetível a tratamentos térmicos. O processo de fabrico dos perfis, começa com o aquecimento à mais ou menos 450° dos tarugos (cilindros de matéria-prima). Em seguida, os tarugos são empurrados através da matriz de um determinado perfil, que seria o molde. O perfil sai na extremidade de descarga em contínuo, onde é esticado e posteriormente cortado em medida padronizada. Posteriormente, os perfis são colocados em contentores para endurecimento. Na figura 24 é apresentado um esquema do processo de extrusão dos perfis em alumínio (Vicente, 2012).

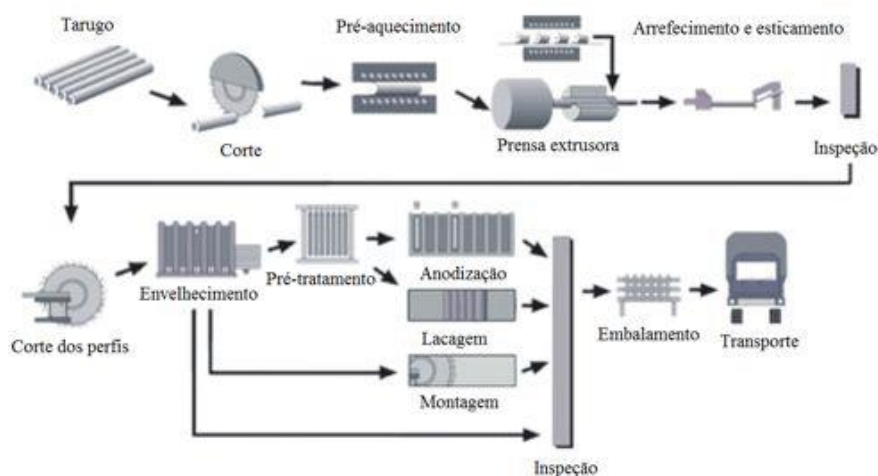


Figura 24 - Esquematização do processo de extrusão dos perfis de alumínio (Vicente, 2012).

O desenvolvimento das ligas de alumínio em conjunto com os avanços tecnológicos do processo de extrusão permite uma abrangente diversidade de perfis.

Um dos problemas de degradação do alumínio é a corrosão, por isso é importante que sejam aplicados tratamentos aos perfis. Os acabamentos podem ter diversas cores e garantem uma camada protetora contra os agentes de degradação externos. Os tratamentos mais comuns são a anodização e a lacagem. Ambos conferem ao alumínio uma elevada durabilidade com reduzida manutenção.

A anodização é um processo eletroquímico que visa formar uma camada de óxido no perfil e permite ser impenetrável à maior parte dos agentes químicos, tais como o ar e a água. Segundo a (Extrusal, 2011) existem dois sub-tratamentos habitualmente usados, o polido (resultado de um tratamento mecânico) e o acetinado (resultado de um tratamento químico). Neste tipo de tratamento de superfície, são estabelecidas diversas classes da espessura da camada de proteção.

I) Classe 10 μm - Destinada a aplicações interiores;

II) Classe 15 μm - Destinada a perfis de alumínio para arquitetura;

III) Classe 20 μm - Recomendada para perfis de alumínio para arquitetura inseridos em ambientes elevadamente agressivos;

IV) Classe 25 μm - Recomendada para perfis de alumínio para arquitetura inseridos em ambientes muito agressivos.

A lacagem é o processo de pintura termo-aderente executado na superfície dos perfis com tintas em pó de poliéster. Nesse tipo de tratamento os perfis podem adquirir cores e texturas variadas, inclusive com efeito de madeira, a depender da tinta aplicada, permitindo uma diversificação estética maior que a anodização (Costa, 2013).

A elevada quantidade de energia usada na produção dos perfis e a alta condutibilidade térmica são as principais desvantagens da caixilharia de alumínio. Mas com os avanços tecnológicos, a produção de alumínio tem sido substituída pela reciclagem desse material, processo que consome apenas o equivalente a 5% da energia despendida na produção. Para solucionar a questão da condutibilidade térmica, existem os perfis com corte térmico (Santos, 2012).

Um perfil com corte térmico é composto pela união de dois ou mais perfis de alumínio por peças de poliamida. Este sistema evita que o perfil de alumínio interior entre em contato com o perfil exterior. Com esse sistema é possível fabricar caixilhos com duas cores diferentes.

Na figura 25 está representado um desenho de um perfil de aro que é composto por três perfis de aro com quatro poliamidas. Os perfis normalmente são unidos por pelo menos duas poliamidas. A segunda imagem é de um perfil de folha bicolor com acabamento de madeira de um lado e lacado do outro. Na terceira imagem é uma porta de correr de 2 folhas com perfis bicolor, lacado por dentro e anodizado por fora.

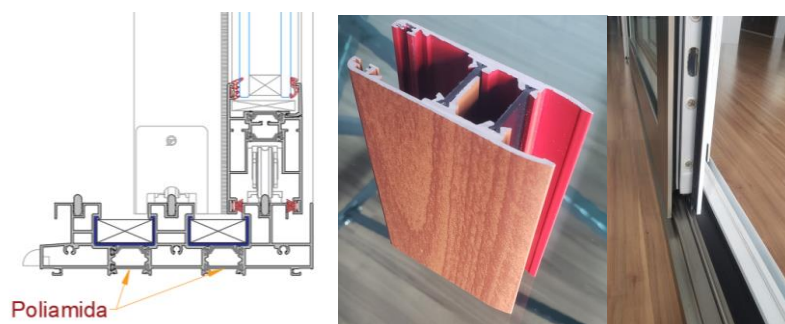


Figura 25 - Perfil de alumínio com corte térmico e bicolor

Uma das principais vantagens desse material é a alta resistência mecânica das ligas usadas nos perfis. Por consequência, permite obter vãos com maiores dimensões sem a necessidade de perfis tão robustos. A figura 26 apresenta uma porta com perfis minimalistas em alumínio, porta com 5 metros de altura, com 4 folhas de correr motorizadas, sendo que a abertura é central e duas folhas correm para cada lado atrás da parede.



Figura 26 - Porta de alumínio (Hyline, s.d.)

3.5.3. MADEIRA

A madeira é um material orgânico, extraído de um tecido criado pelas plantas lenhosas. Em razão à sua fácil extração, trabalhabilidade e grande disponibilidade, foi um dos primeiros materiais a ser usado para diversos fins na construção. Comparado com outros materiais industrializados, o processo produtivo exige baixo consumo energético, é um material renovável e com um ciclo de vida curto. A madeira, no entanto, possui uma complexidade na sua utilização devido ao grau de variabilidade nas suas propriedades físico mecânicas, em função do meio ambiente em que a árvore se desenvolve (Habowski, 2018). No entanto possui boas qualidades de resistência e peso, que lhe são conferidas pelas fibras de celulose (boa resistência à tração) e pelas fibras de lenhina (boa resistência à compressão).

As propriedades, como a cor, a textura, o desenho, o brilho e peso são variáveis consoante a espécie. Assim como propriedades físicas, como a dureza, a permeabilidade e a resistência. No quadro 13 são apresentadas as espécies mais frequentemente usadas em caixilhos.

Quadro 13 - Espécies recomendadas para o fabrico de caixilhos (Sousa, 1999).

Nomenclatura Comercial	Designação Botânica
Casquinha	<i>Pinus sylvestris</i>
Castanho	<i>Castanea sativa</i>
Carvalho americano	<i>Quercus rubra</i>
Riga Nova	<i>Pinus larice</i>
Afzélia Doussié	<i>Afzelia bipindensis</i>
Kambala Iroko	<i>Chlorophora excelsa</i>
Cerejeira Brasileira	<i>Amburana cearensis</i>
Sipo	<i>Entandrophragma utile</i>

Devido à sua disponibilidade e características, a madeira é utilizada pelo homem há muito tempo. E foi este o primeiro material a dar forma às caixilharias tal como são conhecidas hoje (HUD, 1999).

A principal vantagem do uso da madeira está no aspeto visual que atrai grande parte dos consumidores, contudo pode-se acrescentar o fato de serem duráveis, ter bom isolamento térmico, ter o baixo consumo de energia no processo de fabrico, o facto de ser um material renovável e fácil de se obter.

Como desvantagens, pode-se apontar a necessidade de mais manutenção, a dificuldade de garantir a qualidade do material e o facto de ser mais afetado pelas intemperes, como a humidade e a radiação UV (Vicente, 2012).

O mau desempenho das caixilharias de madeira fez com que essas comesçassem a ser substituídas por outros materiais. A falta de qualidade das portas e janelas, consequência de um menor rigor na produção e aplicação com teor de água inadequado, resultava em baixa durabilidade dos caixilhos. devido à falta de tratamento e revestimentos adequados (Ferreira, 2004).

Com o avanço das tecnologias, começaram a surgir no mercado sistemas de madeira de qualidade, capazes de suprimir os problemas que estavam associados à madeira inicialmente. A figura 27 é uma representação de um sistema de perfis de madeira. Grande parte da durabilidade que atualmente caracteriza os caixilhos de madeira é da responsabilidade dos tratamentos e revestimentos que se aplicam.



Figura 27 - Perfis de madeira (Carminati, s.d.)

Os caixilhos de madeira, no entanto, são muito usados na reabilitação de edifícios, com o intuito de manter as fachadas dos edifícios antigos conforme a original. Este material acaba por ser uma solução comum em reabilitação de edifícios históricos. Na figura 28 apresenta-se uma porta de madeira reabilitada.



Figura 28 - Porta de madeira (Gercima)

3.5.4. FERRO

O ferro é um dos materiais mais abundantes na face da terra, entre os metais, embora menos abundante que o alumínio, é o mais produzido. O uso do ferro tem sido constante desde a sua descoberta na “Idade do Ferro” em 1200 a.C. É um dos materiais mais antigos usados na construção. As primeiras janelas metálicas conhecidas datam da época medieval e eram fabricadas com ferro forjado por ferreiros da época.

Assim como com alumínio são criadas diversas ligas metálicas com o ferro, variando pequenas percentagens na sua composição química através da adição de outros metais. Uma das ligas mais conhecidas é o aço, que tem como adição o carbono além de outros metais. Essas ligas têm como objetivo a melhoria das suas propriedades. Para evitar a oxidação natural e a corrosão, são adicionados outros metais, como o cromo e o níquel. Hoje em dia, para a caixilharia, é usado ferro fundido galvanizado, o aço inoxidável e aços patináveis (Vicente, 2012).

A alta resistência permite caixilhos mais delgados, comportando grandes painéis de vidros sem grandes deformações. No início do século XIX, as caixilharias de aço laminado tiveram um auge de popularidade, devido à esbeltez e boa resistência ao fogo (comparado com as de madeira), sobretudo nos edifícios industriais (HUD, 1999).

Os perfis usados no fabrico de caixilharia de ferro podem ser laminados a frio ou a quente. Os perfis laminados a quente tem mais tensões residuais e deformação maiores após o arrefecimento, do que os perfis laminados a frio. O fabrico de caixilhos de ferro tem uma grande percentagem de trabalho manual, pelo que a mão-de-obra precisa de ser especializada, o que o torna ainda mais caro.

Assim com o surgimento de novos materiais, mais leves, económicos e com melhor desempenho, este caixilho entrou em desuso, embora ainda seja usado em projetos mais artísticos devido à possibilidade de configurações mais personalizadas, como se apresenta na figura 29.



Figura 29 - Porta pivotante de aço (Decora, 2021)

3.5.5. PVC

O PVC (Policloreto de vinilo) é um dos polímeros sintéticos de plástico mais produzidos no mundo, com uma vasta possibilidade de aplicações, principalmente na construção civil como tubagens, revestimentos, caixilharias, entre outros. A aplicação do PVC enquanto material para caixilharia surgiu na Alemanha Ocidental entre 1955 e 1960 (Gomes J. P., 2007).

Para a produção de PVC são usados dois componentes, 43% de etileno (derivado do petróleo que é um recurso não renovável) e 57% do sal comum ou cloreto de sódio que é um produto abundante na natureza. A partir desses componentes é obtido o monômero de cloreto vinilo, que após a polimerização, dá origem ao policloreto de vinilo (Vicente, 2012).

Quando surgiu, o PVC era um material que se degradava facilmente quando sujeito a grandes amplitudes térmicas, por causa do seu elevado coeficiente de dilatação térmico sofria variações dimensionais significativas (HUD, 1999).

No entanto com o desenvolvimento do material e das soluções, esses caixilhos já possuem uma maior estabilidade dimensional e resistência à degradação provocada tanto pela radiação quanto pela variação de temperatura.

Assim como nos caixilhos de alumínio, os de PVC também são fabricados através do processo de extrusão de perfis. Os perfis de PVC são fabricados conforme a norma europeia (EN 12608, 2003), que divide os perfis em duas classes: A e B, consoante a espessura nominal das paredes principais exteriores.

Os caixilhos de PVC possuem uma menor resistência à deformação pelo que não são recomendados para grandes vãos. De forma a conferir uma rigidez maior à caixilharia de PVC, é frequentemente usado um reforço de metal nos perfis. Na figura 30 está representado um conjunto de perfis de batente em PVC, sendo possível reparar no reforço metálico no interior do perfil, e nas caixas de ar internas ao perfil que melhoram o desempenho do caixilho.



Figura 30 - Perfil de PVC (Caixilho PVC, s.d.)

O uso de PVC em caixilharias está em crescimento no mercado europeu e mundial. Com isso o desenvolvimento de novas soluções de acabamentos surgem para dar resposta às exigências estéticas, como o processo de lacagem e aplicação de películas.

A caixilharia de PVC tem uma baixa condutividade térmica, por isso uma das principais vantagens é o isolamento térmico. Outras vantagens desse material, está na leveza, na facilidade de trabalhar, a possibilidade de ser reciclável e o baixo consumo energético na sua produção. Na figura 31 apresenta-se um conjunto de janelas de batente de PVC com estore.



Figura 31 - Janela de PVC (Caixilho PVC, s.d.)

3.5.6. CAIXILHARIAS MISTAS

Com o objetivo de aproveitar o melhor de cada material, a indústria iniciou a combinação dos mesmos. As caixilharias mistas são tendência no mercado por combinarem as vantagens dos diferentes materiais e suprimir as desvantagens de cada um, além de apresentar uma possibilidade ainda maior de solução.

A figura 32 apresenta diferentes combinações de caixilharia mista. Na primeira imagem combina-se o alumínio com a madeira, na segunda imagem, combina-se o PVC com a madeira e na terceira combina-se o alumínio com o PVC. Já existem vários sistemas e perfis próprios para caixilharias mistas.



Figura 32 - Perfis de caixilharia mista (Santos, 2012).

Os caixilhos de madeira-alumínio combinam a resistência à corrosão e à degradação presentes em perfis de alumínio com a estética e características isolantes da madeira. Normalmente a função estrutural é garantida pela madeira e há uma camada exterior de alumínio. A solidarização dos dois materiais é feita mecanicamente (Santos, 2012).

Os caixilhos alumínio-PVC têm como objetivo o melhor isolamento térmico e a redução de custo do PVC com o aspeto exterior mais elegante e resistente do alumínio. A ligação é feita por colagem.

Os caixilhos mistos são muito úteis quando se pretende obter uma boa resistência aos agentes agressivos, utilizando-se na parte externa o alumínio ou o PVC, aumentando a durabilidade, e por outro lado um resultado de isolamento térmico ou acústico melhorado.

3.5.7. ANÁLISE COMPARATIVA

A nível europeu, é possível observar uma diferença significativa entre os mercados dos diferentes países, de acordo com o clima, o poder económico e a tradição de cada país. Enquanto na Alemanha, no Reino Unido, na Grécia e na Turquia existe uma preferência pelo PVC, em países como a Polónia, a Eslovénia e a República Checa a caixilharia de madeira ainda domina o mercado. Já nos países Bálticos, na Rússia, e em países nórdicos há uma repartição entre a madeira e o PVC. Em Portugal, há uma predominância do alumínio, e um uso reduzido de PVC (Vicente, 2012).

Em Portugal o LNEC desenvolveu em 2011 um estudo de mercado no âmbito da marcação CE de caixilharia. Relativamente ao material comercializado nacionalmente foi possível observar uma prevalência do uso de alumínio.

A figura 33 apresenta um gráfico com as percentagens estimadas de uso de cada material de caixilharia em Portugal retirada do estudo do LNEC (Pinto, 2010).

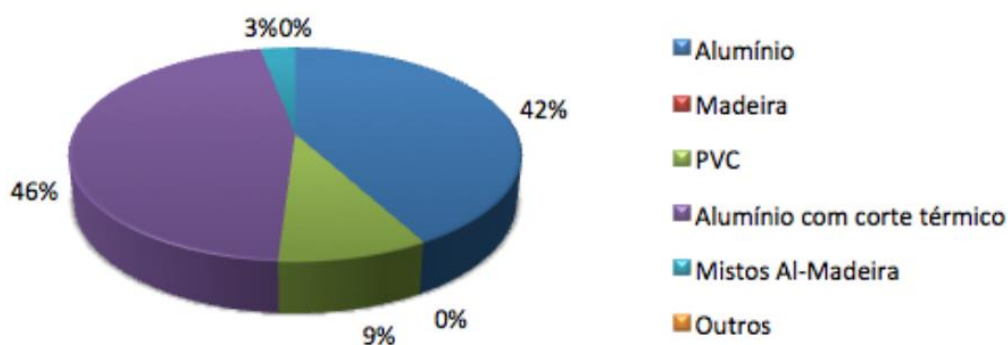


Figura 33 - Materiais utilizados nas caixilharias em Portugal (Pinto, 2010)

No quadro 14 apresenta-se um resumo com as propriedades mais relevantes dos três materiais mais utilizados na indústria de caixilharia.

Quadro 14 - Propriedades dos materiais usados em caixilharias

Propriedades	Madeira	Alumínio	PVC
Propriedades mecânicas	Boas propriedades, variáveis com o tipo de madeira e a orientação das fibras.	Propriedades Mecânicas muito boas.	Propriedades mecânicas fracas.
Modulo de elasticidade	E = 10 GPa	E = 70 GPa	E = 2 GPa
Densidade / massa volúmica	Muito leve, cerca de 1/3 da densidade de alumínio. 100 -1500 kg/m ³	Leve, comparado com outros na construção civil. 2700 kg/m ³	Muito leve, cerca de 60% da densidade do alumínio. 1410 g/cm ³
Tensão/densidade	Média	Muito boa	Média
Resistência à corrosão	Decompõe na presença de alguns ácidos e é afetada pelo caruncho.	Excelente. Pode ser melhorada através da anodização.	Excelente. Alta resistência a meios alcalinos e sai, mas é afetado por solventes orgânicos.
Conformação	Difícil, não pode ser conformado rotineiramente.	Facilmente trabalhado e extrudido em uma variedade de formas complexas.	Facilmente conformado ou moldado em formas complexas e fácil de soldar.
Acabamento	Pintura e aplicação de verniz.	Lacagem e Anodização, com uma vasta gama de acabamentos.	Limitadas possibilidades de acabamento.
Reciclagem	Baixo valor de recuperação.	Elevado valor de sucata; Material reciclável.	Baixo valor de recuperação.
Isolamento térmico	Médio (U=2,2 W/m ²)	Baixo (U=10,5 W/m ² sem corte térmico e U=5,5 W/m ²)	Alto (U=1,7 W/m ²)

No quadro 15 são apresentadas as principais vantagens e desvantagens de cada um, adaptados de (Vicente, 2012) e (Chaves, 2003).

Quadro 15 - Vantagens e desvantagens dos materiais

Propriedades	Madeira	Alumínio	PVC
Vantagens	Bom isolamento térmico ($U=2,2 \text{ W/m}^2$) e acústico, material sustentável, elevada trabalhabilidade e elevada capacidade de reabilitação.	Boa resistência à corrosão; boa resistência mecânica a deformações; permite grandes vãos; comportamento ao fogo; baixa densidade; e fácil trabalhabilidade; boa estanqueidade à água e ar; é um material reciclável.	Bom isolamento térmico ($U=1,7 \text{ W/m}^2$) e acústico; boa estanqueidade à água e ao ar; comportamento não combustível; manutenção reduzida; estabilidade dimensional dos perfis; baixo custo.
Desvantagens	Custo elevado, grande necessidade de manutenção; elevado tamanho dos perfis; dificuldade de estanqueidade à água das caixilharias mais antigas; instabilidade dimensional devido ao efeito da água.	Grande condutibilidade elétrica e térmica ($U= 10,5 \text{ w/m}^2$ sem rotura térmica e $U=5,5 \text{ W/m}^2$ com corte térmico); dificuldade de reparo de revestimentos lacados; dificuldade de reabilitação; tem grandes consumos enérgicos na fabricação.	Descoramento do material face à elevada exposição aos raios UV, limitadas possibilidades de acabamento; tamanho elevado dos perfis; dificuldade de reciclagem; matéria-prima não renovável; limitação na dimensão dos vãos.

3.6. MATERIAL DE PREENCHIMENTO: VIDRO

3.6.1. ENQUADRAMENTO

O vidro constitui o elemento transparente ou translúcido de um vão envidraçado e é um elemento central no caixilho que ocupa a maior parte do vão. O vidro é o componente mais caro também, por isso deve-se ter uma atenção especial.

A principal matéria-prima do vidro é a sílica ou dióxido de silício, que está presente na areia, ou pode-se usar a outra forma cristalina do dióxido de silício, que é o quartzo. Os outros dois materiais usados na composição do vidro são a soda e o calcário. Esses materiais são transformados em pó, e depois misturados em proporções adequadas e levadas ao forno, para uma temperatura de cerca de 1500°C (Fogaça).

O vidro é um material 100% reciclável, e o seu uso na fabricação de novos vidros permite uma economia de matéria-prima e uma economia de energia consumida pelos fornos para a fundição do material (para cada 10% de vidro reciclado usado na mistura, os fornos industriais economizam cerca de 2,5 da energia para a fusão) (Faustino, 2012).

A dimensão da placa de vidro comum é de 6000 x 3210 mm, para vidros com dimensões maiores, é preciso um pedido especial. Algumas capas não podem ser usadas em vidros com mais de 6 metros.

Os principais aspetos que devem ser levados em consideração ao analisar as propriedades do vidro são os valores característicos de transmissão térmica (U) que é um coeficiente que determina a quantidade trocas que vão ocorrer através da superfície considerando temperaturas diferentes no interior e no exterior do edifício; o fator solar ($g_{\perp}$) que é o quociente entre a energia transmitida através do vidro e a

energia solar nele incidente; o fator de transmissão luminosa (t_v) que é a percentagem da luz visível que atinge um envidraçado que passa para o interior.

Os vidros usados para caixilharias têm imensas possibilidades, e podem ser melhorados com o uso de aditivos na fabricação da lâmina, com a colocação de capas, ou com a combinação de diferentes laminas em vidros laminados ou em vidros duplos e triplos.

3.6.2. FLOAT

Que também é conhecido como vidro comum, é um vidro transparente claro e sem distorção que pode ser produzido numa ampla gama de espessuras e tamanhos. Esse sistema surgiu nos anos 50, no Reino Unido, e consiste no derrame da massa do vidro fundido em banhos de estanho derretido, de forma que o vidro flutue no estanho. A placa de vidro solidifica com velocidade controlada e após arrefecimento, o processo final apresenta folhas de vidro cristalinas e uniformes. Esse vidro pode ser cortado, usinado, perfurado e polido e serve como base para diversas variações existentes no mercado (Mulpainel, 2018).

Os vidros simples são geralmente incolores, mas podem ser adicionados corantes à massa incolor, criando as cores mais conhecidas (bronze, cinza, verde e azul). Existem outras formas de produção de vidro colorido, como a deposição de uma camada refletiva ou aplicação de uma película plástica colorida. O vidro colorido tem uma redução do fator solar e da transmissão luminosa quando comparado com o vidro incolor, mas não há alteração do coeficiente de transmissão térmica. A figura 34, apresenta o vidro float.



Figura 34 - Vidro float (Mulpainel, 2018)

Quanto à transparência do vidro base, ele pode ser incolor, extra claro e ultraclaro. Ao perceber a tendência crescente por vidros cada vez mais transparentes, os fabricantes de Portugal, usam como o vidro base o vidro extra claro.

3.6.3. TEMPERADOS

É o vidro que passa por tratamento térmico ou químico para modificar suas características como a dureza e resistência mecânica. O vidro temperado é mais rígido, tem maior resistência térmica e estilhaça em pequenos fragmentos quando é danificado reduzindo a propensão a causar ferimentos graves. O vidro temperado é quatro a cinco vezes mais forte que o vidro simples com a mesma espessura e configuração.

O vidro é produzido aquecendo o vidro comum acima de 600°C e depois arrefecendo-o rapidamente para fixar a superfície num estado de compressão e o núcleo num estado de tensão. Devido a esse tratamento, o vidro temperado não pode ser cortado ou perfurado (Guardianglass).

Um das consequências do vidro que passa por um tratamento de têmpera é que não é possível obter um produto tão plano quanto o vidro comum. Dependendo da espessura e da proporção entre as dimensões pode ocorrer uma distorção na lâmina. Quanto maior for espessura, menos notável será a distorção. Quando a deformação ocorre num vidro muito reflexivo, pode causar algumas distorções óticas, que podem ser bem perspetíveis.

3.6.4. LAMINADOS

Esses vidros são formados por duas ou mais chapas de vidro solidarizadas por uma camada de polivinil butiral (PVB) através de calor e pressão. Esse vidro também é conhecido como vidro de segurança, em caso de quebra, os estilhaços ficam presos à camada intermediária, evitando a abertura do vão e reduzindo o risco de acidentes e ferimentos. Outra vantagem desse tipo de vidro é a redução sonora, a camada elástica do PVB proporciona um efeito de amortecimento das ondas sonoras. Os vidros laminados podem incorporar vidros reforçados e tratados termicamente para aumentar ainda mais a resistência ao impacto. A figura 35 apresenta exemplos de vidros laminados.

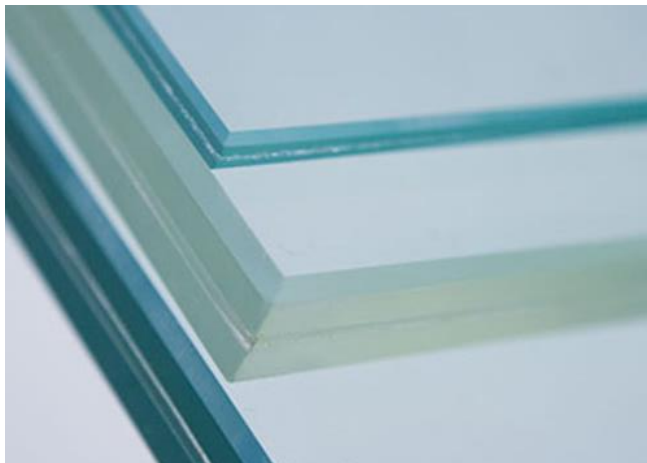


Figura 35 - Vidro laminado (Grupo Soares)

As laminas de vidros podem ter uma diversidade de espessuras, propriedades e cores que abrem uma gama de possibilidades desse tipo de vidro. Assim como o vidro, a película também pode ter características diferentes.

O PVB tem espessura de 0,38mm, e podem ser usados até 6 entre os vidros. Existem diversos tipos de películas disponíveis no mercado, como PVBs acústicos que melhoram o isolamento do vidro, películas coloridas que permitem a obtenção de mais de 1000 cores diferentes, película de absorção solar ou película estrutural (Grupo Soares). A figura 36 apresenta um edifício onde as cores dos vidros foram obtidas com diferentes PVBs.



Figura 36 - Vidros com PVB colorido (Grupo Soares)

3.6.5. AUTOLIMPEZA

Esse vidro é composto por um vidro incolor revestido por uma capa dum material de natureza mineral, foto catalítico hidrófilo e transparente, dando uma propriedade de autolimpeza ao produto final. Esta capa é aplicada durante a fabricação pelo processo float, desta forma fica totalmente integrada na superfície do vidro e apresenta uma boa resistência. As vantagens desse vidro são a redução da manutenção do vidro, boa transparência em períodos de chuva, eliminação mais rápida da condensação exterior e redução da frequência de limpeza (Saint Gobain, 2008).

3.6.6. REFLETIVO

Também chamado de vidro espelhado, possui uma camada metalizada que reflete a luz e reduz a passagem de calor em até 80%, por isso é muito usado em fachadas onde há muita incidência de Sol. A transformação do vidro comum em refletivo consiste na aplicação de uma camada metalizada em uma das suas faces, feitas pelos processos pirolítico ou de câmara a vácuo. Tem a finalidade de refletir a luz solar, reduzindo a entrada de calor e proporcionando ambientes confortáveis. A figura 37 apresenta o Museu e Memorial Nacional do 11 de setembro, em Nova York.



Figura 37 - Edifício com vidro refletivo

3.6.7. CONTROLO SOLAR

O vidro de controlo solar permite a passagem da luz solar enquanto reflete uma grande parte do calor, por isso pode melhorar significativamente a eficiência energética do edifício. Assim como o vidro refletivo, o vidro de controle solar também é produzido com a deposição de camadas metalizadas em uma das superfícies, normalmente por jateamento. Um desafio para fabricantes de vidros, tem sido conciliar o controle solar em um vidro o mais transparente possível, já que normalmente a camada solar dá um aspeto refletivo.

3.6.8. VIDRO LOW-E

Também conhecido como vidro de baixa emissividade. Esses vidros são obtidos com a aplicação de uma capa de baixa emissividade numa das faces. As camadas de low-e são predominantemente transparentes pelo comprimento de onda visível e refletiva na onda longa e onda curta infravermelha e raios ultravioleta, por isso acaba por ser uma opção aliada da estética ajudando no controlo solar sem criar o efeito espelho. Fundamentalmente só a parte luminosa é transmitida, ou seja, resulta em uma “iluminação fria”. A radiação térmica proveniente do calor interior dos ambientes no inverno é refletida para o interior, pelo que também é apropriada para ambientes mais frios (Rebelo, 2009). As capas de low-e apresentam uma eficiência ainda maior em vidros com gás árgon na câmara.

Para melhorar a eficiência do vidro, é recomendado que as capas de controlo solar e de baixa emissividade estejam na face 2 do vidro, conforme mostra a figura 38.

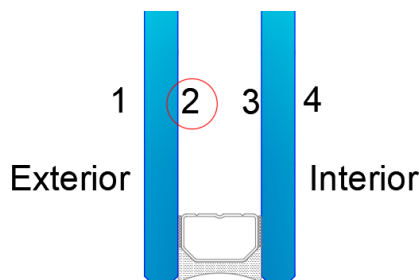


Figura 38 - Faces de um vidro duplo

3.6.9. VIDRO DE MÚLTIPLOS PLANOS

É composto por dois ou mais vidros separados por câmara-de-ar desidratada. Esses vidros têm inúmeras vantagens em relação ao vidro simples. Além de poder combinar os vidros apresentados anteriormente e aproveitar dos aspetos individuais do vidro simples, o vidro duplo ou triplo tem um desempenho térmico consideravelmente maior, sendo um melhor isolamento acústico.

A câmara é constituída por um espaçador metálico, normalmente um perfil de alumínio em todo o perímetro que mantém as distâncias adequadas. A espessura do espaço de ar pode variar de 8 à 24mm. A selagem da câmara é imprescindível para o bom funcionamento, pelo que normalmente é usada uma dupla camada de estanqueidade. Caso não seja bem preparado, o vidro pode sofrer condensações internas ou embaciar e não seria possível limpar, sendo a única solução possível a troca do vidro. A caixa de ar pode ser preenchida por ar ou por outros gases como o árgon e o xénon, que são gases nobre que apresentam uma maior densidade que o ar. Esses gases diminuem as transferências de calor e não afetam a transferência luminosa. O árgon tem apresentado um menor custo-benefício e o uso pode

melhorar até 15% a capacidade de isolamento térmico comparado com uma solução com ar (Gomes C. P., 2017). A figura 39 apresenta um esquema de um vidro duplo.



Figura 39 - Vidro duplo (Vidraria Taipas)

3.6.10. VIDRO DE PROTEÇÃO CONTRA-FOGO

Os vidros de proteção contra-fogo, são vidros compostos por um ou mais vidros de segurança temperados. Esses vidros são testados em ambiente e caixilhos específicos e devem cumprir as diferentes classes de resistência da norma. A figura 40 apresenta a classificação dos vidros.

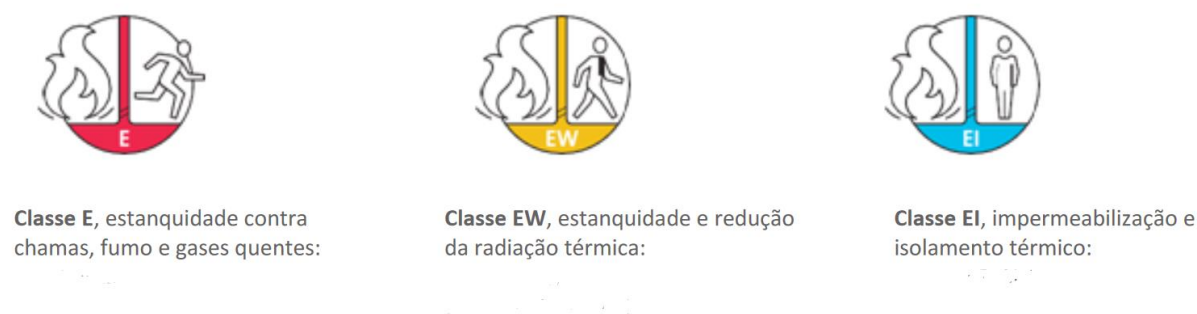


Figura 40 - Classes de proteção contra o fogo Vidro (Climalit, 2010)

O primeiro modelo apresentado é um vidro antichamas que interrompe a propagação de chamas nos espaços adjacentes, impedindo a passagem de fumaças e gases tóxicos. O vidro anti-chamas pode ser monolítico temperado com uma composição diferente do vidro comum. Ele deve resistir até 120 minutos de isolamento. No entanto, esse tipo de vidro permite uma alta percentagem de calor.

O vidro corta-fogo não deve apenas cumprir todas as funções do vidro antichamas, mas também impedir a passagem de temperatura para o espaço adjacente, funcionando como uma barreira que absorve o calor que está sendo gerado do outro lado e impedindo sua propagação. Esses vidros são laminados, compostos por várias lâminas intercaladas com um material químico transparente, com propriedades intumescentes, que forma um escudo antitérmico quando exposto à uma temperatura acima de 100°.

3.6.11. VIDRO DE SEGURANÇA

Existem diferentes tipos de vidro de segurança. Quando se pretende um vidro de segurança contra intrusão ou atos de vandalismo, é importante que ele tenha uma resistência maior ao impacto, por isso são recomendados vidros temperados, que tem resistência de até 5 vezes do vidro normal. Quando se pretende um vidro com função de guarda, que serve para proteger as pessoas em sacadas, ou fachadas de edifício, usa-se o vidro laminado.

3.6.12. ANÁLISE COMPARATIVA

No mercado existe uma gama infinita de combinações de vidros, capas, tratamentos e processos que podem melhorar as características intrínsecas de um vidro simples. Ao elaborar um projeto deve-se ter em conta quais são os fatores importantes e escolher o que apresenta um melhor custo/benefício. No quadro 16 são apresentados os principais tipos de vidros com um resumo das suas características.

Quadro 16 - Tipo de vidro e suas características e finalidades, adaptado de (Faustino, 2012).

Tipo de vidro	Características		
Vidro simples incolor	É o vidro que permite maior transmissão de energia e que tem a maior transmitância. Serve de base para a maior parte dos outros tipos.		
	$U = 6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$g_{\perp} = 0,86$	$tv = 0,90$
Vidro simples colorido	A adição de cor, reduz o fator solar e o fator de transmissão luminosa do vidro, embora o coeficiente U se mantenha o mesmo. É muito usado na composição externa de um vidro duplo.		
	$U = 6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$g_{\perp} = 0,73$	$tv = 0,68$
Vidro duplo incolor	O vidro duplo oferece um isolamento térmico cerca de duas vezes melhor que o vidro simples. Nesse caso são considerados dois vidros simples com uma caixa de ar entre eles. Também tem uma melhora no isolamento acústico e mantém a transmissão luminosa.		
	$U = 2,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$g_{\perp} = 0,76$	$tv = 0,81$
Vidro duplo colorido	Com as mesmas características de transmissão térmica que o vidro duplo incolor, o vidro externo normalmente é o colorido e oferece uma redução da transmissão luminosa e do fator solar.		
	$U = 2,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$g_{\perp} = 0,63$	$tv = 0,61$
Vidro duplo refletivo	O vidro duplo refletivo filtra os raios solares, garantindo um controlo da intensidade de luz e calor transmitido para o ambiente interno. O fator solar varia conforme espessura e a reflectância da camada.		
	$U = 2,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$g_{\perp} = 0,17$	$tv = 0,13$
Vidro duplo baixo emissivo	As capas de baixa emissividade permitem um reduzido coeficiente U, refletindo a radiação e controlando os ganhos solares. Existem uma diversidade de capas que podem permitir ganhos solares mais baixos, medianos ou elevados.		
	$U = 1,42 - 1,65 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$g_{\perp} = 0,39-0,71$	$tv = 0,71 - 0,75$

3.7. CONSTRUÇÃO EM 3D E CAIXILHOS

A impressão 3D é um processo de fabricação de objetos físicos a partir de um modelo digital. Existem alguns tipos de máquina de impressão 3D, mas em geral o que elas têm em comum é o funcionamento por meio da adição de materiais, camada sob camada, para fabricação de qualquer objeto. A tecnologia de impressão 3D tem como objetivo apresentar uma solução alternativa na produção de peças volumétricas, que através de um equipamento autônomo reproduz modelos digitais em modelos físicos. Como a forma de fabrico é controlada e precisa, o processo é otimizado, com menos desperdícios e ainda permite a criação de diferentes formas que realizadas manualmente teriam uma dificuldade acrescida. Essa tecnologia tem-se apresentado amplamente útil nas mais diversas áreas profissionais, o que conduz a uma variação de materiais com diferentes aplicabilidades.

A impressão 3D tende a valer a pena em situações de uma produção em baixas escalas, ou unitárias e a não ser viável para fabricação em série, onde pode criar um processo mais rápido e mais barato de industrialização, com recurso, por exemplo a moldes.

A impressão 3D já é largamente utilizada para protótipos e peças pequenas. Inclusive nas empresas de caixilharia, para a criação de acessórios ou mesmo de perfis que estão em desenvolvimento e permitem o estudo sem ter que passar pelo processo de criação de matrizes de perfis (que é um processo caro). A figura 41, apresenta um protótipo de perfis impressos em 3D para estudo de uma linha nova de perfis.



Figura 41 - Protótipo impresso em 3D para estudo

Apesar de ser essencialmente usada para volumes pequenos de produção e na fabricação de peças de tamanho reduzido, com o avanço da tecnologia, tem-se criado equipamentos com maiores dimensões, bem como uma maior variedade de materiais de impressão, com a introdução de alumínio, aço inoxidável, polímeros, cerâmicos e materiais cimentícios, como o betão (Silva, 2020).

O setor da Indústria da Construção também percebeu o potencial da impressão 3D como forma de inovar e otimizar alguns processos. Por isso recentemente esse tema têm sido objeto de pesquisas e colaborações entre universidades e empresas que tem interesse em investir nessa tecnologia. Dentre os benefícios do uso da impressão 3D na construção, pode-se destacar o menor desperdício de materiais e maior precisão, possibilidade de desenvolver estruturas mais arrojadas, mão de obra reduzida devido à automatização e redução no tempo de construção (VIA, 2019).

Um dos primeiros usos da impressão 3D na construção civil foi para protótipos/maquetas de edifícios. A utilização de modelos tridimensionais em escalas reduzidas sempre foi muito comum em projetos de construção. Esses modelos permitem aos arquitetos e aos engenheiros visualizarem os ambientes e estruturas a serem construídos e ajudam no planejamento da obra (VIA, 2019). A impressão 3D reduz o custo na produção do modelo e o tempo de fabricação, além de ser mais preciso.

Posteriormente essa tecnologia avançou para a impressão de elementos, como peças de ligação de estrutura e elementos da construção, como protótipos de blocos. Porém, como foi dito anteriormente, a impressão 3D não é viável na produção em série, por isso só é usada para elementos específicos que não são produzidos em quantidade.

Mais recentemente, essa tecnologia tem sido usada para imprimir estruturas residenciais inteiras de uma única vez. O módulo pode ser feito in loco ou pré-fabricado. Quando são construídos fora do local, a solução apresenta a vantagem de não precisar de levar a impressora para o local, assim como todos os equipamentos, além de ter um controle melhor do processo. Nesses casos os elementos são enviados para o local de implantação do edifício, sendo posteriormente montados.

A figura 42 apresenta uma ilustração do método de impressão Countour Crafting, que é um método aditivo de construção de estrutura de betão e que tem capacidade produzir a estrutura de um edifício a partir da sobreposição de camadas de betão depositadas através de um bico de impressão, sem precisar de cofragens ou processos de compactação (Silva, 2020). Esse é um exemplo de impressão 3D no local.

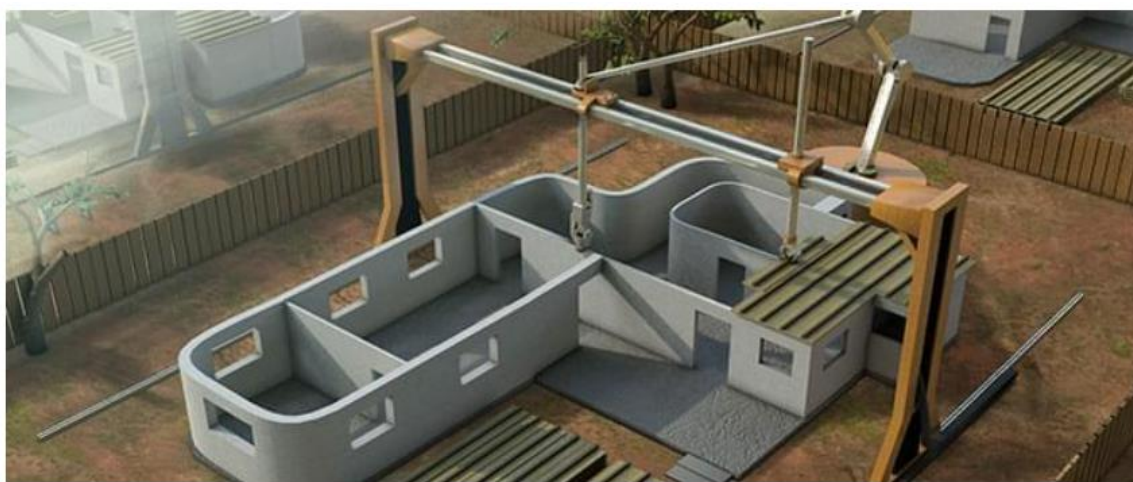


Figura 42 - Ilustração do método de impressão Countour Crafting (VIA, 2019)

A figura 43 apresenta um exemplo de construção impressa pré-fabricada. A start-up americana Haus criou uma casa moderna com estrutura metálica que recorre a técnicas aditivas para imprimir módulos de uma só vez com material esponjoso, a base de polímeros. A start-up combina os conceitos de impressão 3D com sustentabilidade, e oferecem casas com eficiência energética elevada e modelos com zero emissão de carbono (Silva, 2020). Em vez de construir uma estrutura e depois isolá-la, as casas são concebidas de forma que o isolamento é primeiramente construído, para garantir que desempenha a sua função da melhor forma.



Figura 43 - Módulo pré-fabricado impresso da Haus (Silva, 2020)

O processo de construção 3D atualmente é limitado aos elementos opacos de um edifício, as janelas e portas são elementos à parte que são instalados assim como na construção tradicional. É importante mencionar que por ser toda a parede estrutural, não é preciso o uso de padieira para a fixação de janelas e portas, e a qualidade da superfície impressa, geralmente já permite a instalação dos caixilhos diretamente nos vãos impressos. Mas assim como na construção tradicional, é recomendado o uso de soleiras e peitoris para evitar infiltrações de água na parte inferior do vão, sendo também necessário o preenchimento correto do espaço entre o caixilho e o vão. A figura 44 apresenta a instalação de caixilhos em uma construção impressa.



Figura 44 - Instalação de caixilhos em construção 3D (Tecnundo, 2017)

Com as impressoras 3D disponíveis no mercado atualmente é praticamente impossível criar um modelo de fachada que cumpra todos os requisitos e exigências de desempenho obrigatórias. Em primeiro lugar por causa da área da construção da impressora, dado que seria necessário produzir por partes para depois montar, seria difícil garantir a resistência mecânica. Por outro lado, devido ao facto de a quantidade de filamentos compatíveis com a impressora 3D ser muito limitada e ainda não ser possível imprimir com impressoras 3D de baixo custo filamentos de alumínio, madeira, cerâmica ou PVC, que são os materiais mais usados para caixilharias com as propriedades de desempenho higrotérmico, acústico e durabilidade desejadas (Silva, 2020).

Outro aspeto que deve ser levado em conta, é que os caixilhos já são elementos que geralmente são pré-fabricados em processos industrializados, pelo que as vantagens de uma construção impressa em 3D não se aplica aos caixilhos. Assim faz sentido o uso de caixilhos tradicionais nesse tipo de construção. Talvez no futuro, e recorrendo a materiais alternativos, que não sejam os tradicionais (madeira, alumínio e PVC), a impressão de vãos possa vir a ser uma interessante, sustentável e neutra solução.

4. Seleção de vãos envidraçados

4.1. ENQUADRAMENTO

Uma das grandes dificuldades dos construtores e projetistas está em decidir qual a melhor solução para o seu projeto. No capítulo anterior foram apresentadas várias soluções para vidros, tipologias e materiais de caixilhos, mas a decisão final ainda tem muitas variáveis que podem estar relacionadas entre si, como o conforto térmico, a luminosidade, o controle acústico, a segurança, a estética e o custo do caixilho.

Neste capítulo, será apresentado um método adaptado da metodologia apresentada por (Sirgado, 2010) que pode auxiliar na seleção dos vãos envidraçados de um projeto, dada especial atenção ao caixilho, e no capítulo 5 serão apresentadas fichas com características dos caixilhos que poderão ser usadas como base para a seleção.

4.2. FATORES QUE INFLUENCIAM NA DECISÃO

4.2.1. LOCALIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

O primeiro passo para a seleção da caixilharia deve ser avaliar o local onde está inserido o edifício. Portugal é caracterizado por um clima temperado com as estações bem definidas. Tem grande influência da exposição marítima ao Atlântico e ao Mediterrâneo, que contribuem para verões quentes e invernos húmidos. Apesar de ser um país pequeno quando comparado com outros países, existem variações climáticas a serem levadas em conta. Como foi dito anteriormente, Portugal está dividido em três zonas climáticas de inverno (I1, I2 e I3) e três zonas climáticas de verão (V1, V2, V3).

Além da zona climáticas, é importante ter em conta a influência da proximidade ao mar, que ameniza as temperaturas tanto de inverno como a de verão, e o relevo da região, as áreas mais montanhosas do norte e centro são mais frias e os vales são mais quentes.

Embora o projetista não possa influenciar no local de construção do edifício, ele deve levar em conta essas questões e o impacto de cada uma nas decisões que serão tomadas.

4.2.2. ORIENTAÇÃO SOLAR DOS VÃOS

Conhecido o local, é importante definir a orientação do edifício. Como foi apresentado anteriormente a direção de cada vão em relação ao Sol vai ter impactos e necessidades diferentes. Nem sempre é possível escolher a direção do edifício, mas é possível tomar as medidas corretas para que o Sol tenha um impacto positivo no conforto térmico. A figura 45 apresenta a orientação solar dos vãos.

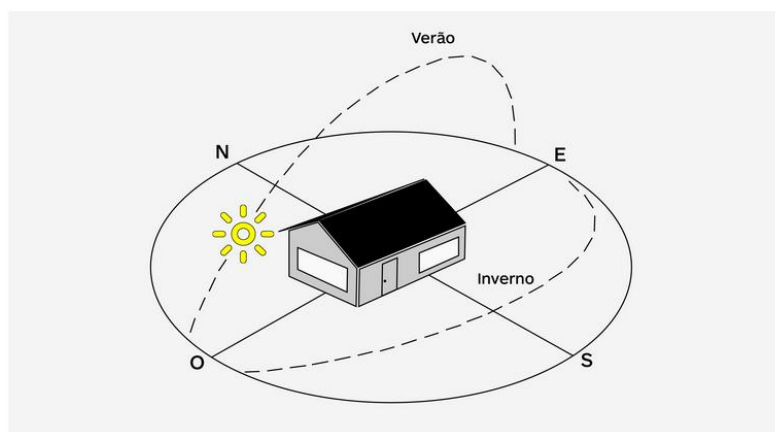


Figura 45 - Orientação solar dos vãos (Gradhermetic, s.d.)

Os locais orientados a norte praticamente não beneficiam de exposição solar. A fachada norte é a mais fria, por isso os caixilhos localizados nessa fachada, têm uma necessidade menor do uso de dispositivos de proteção. Em lugares mais frios deve-se optar por reduzir a área de vão envidraçados voltados para essa fachada ou optar por vidros térmicos para reduzir a perda de calor no inverno.

A fachada sul é a que apresenta maior luminosidade e exposição solar durante todo o ano e ainda beneficia do Sol em posição baixa no inverno, pelo que, os envidraçados orientados a sul são os que permitem a entrada de uma maior quantidade de radiação solar. Mas com tanta exposição é preciso ter protetores solares, como palas, estores, etc. Quanto mais a sul do país mais se torna necessário o uso desses dispositivos para não sobreaquecer os edifícios e aumentar gastos com o arrefecimento durante o verão. Também é recomendado o uso de vidros com controlo solar para melhorar o comportamento térmico.

A fachada este (nascente) tem alguma exposição solar na parte da manhã, mas é uma zona mais fresca no inverno.

A fachada poente tem forte exposição solar nos períodos da tarde com muita iluminação ao final da tarde ou no inverno quando o Sol se encontra em posição mais baixa, pelo que é importante o uso de proteções para evitar o sobreaquecimento, principalmente em regiões mais quentes, sendo recomendado o uso de vidros controlo solar.

Um outro aspeto a ser considerado são as construções ao redor e o ambiente no qual o edifício está inserido. Outras construções e obstáculos, como árvores, próximas à fachada podem ter um efeito de proteção do vão.

Em climas temperados, como Portugal, o mais indicado é seleccionar tipos de vidros e sombreamentos diferentes para cada orientação (Diogo, 2012).

4.2.3. ÁREA DO VÃO

O terceiro ponto a ser definido é a área do vão envidraçado do edifício. Ao desenvolver e realizar um projeto, deve-se considerar que os ganhos solares através do envidraçados são favoráveis durante a estação de aquecimento e são prejudiciais durante a estação de arrefecimento. A figura 46 apresenta modelos de edifícios com diferentes percentagens de área de vãos.

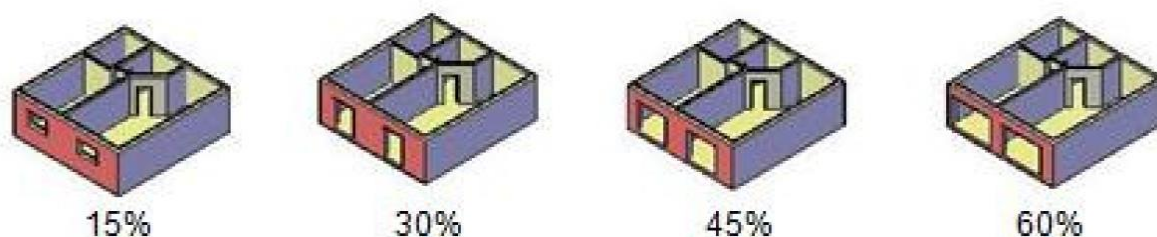


Figura 46 - Área de vãos por fachada (%) (Sirgado, 2010)

No Regulamento Geral das edificações Urbanas (RGEU, 1951) está indicado que os compartimentos de quartos, salas e cozinhas devem sempre ser iluminados e ventilados por um ou mais vãos nas paredes em comunicação direta com o exterior e cuja área total não deve ser inferior a 1/10 da área do compartimento, com o mínimo de 1,08 m² medidos no tosco. Para instalações sanitárias é indicado que a área total de envidraçados em contato com o exterior não seja inferior a 0,54m².

Para permitir o cálculo simplificado da necessidade energética do edifício, a (Portaria n.º 349-B, 2013) recomenda que a área de vãos envidraçados não ultrapasse 20% da área útil de pavimento.

É importante perceber que consoante à orientação da fachada, a área de envidraçado deve ser maior ou menor. Não existe uma regra sobre o quanto das áreas da fachada podem ou devem ser envidraçadas, o regulamento dá uma noção de boas práticas. Algumas pesquisas já foram realizadas nesse sentido, e de acordo com Diogo, 2012, é recomendado que as áreas orientadas a sul não ocupem mais de 30-40% da área da fachada, para evitar o sobreaquecimento no verão e nas restantes orientações, a recomendação é de até 20%, já que os ganhos solares são reduzidos e esses vãos são mais necessários para uma iluminação natural e ventilação.

Uma recomendação para melhor aproveitamento da luminosidade natural, sem necessariamente aumentar tanto a área do envidraçado, é posicionar os caixilhos o mais alto possível, já que é a parte mais alta do vidro que permite iluminar a parte mais afastada das divisões (Saint Gobain, 2008).

4.3. SELEÇÃO DOS CAIXILHOS

4.3.1. MATERIAL DOS CAIXILHOS

A escolha do material do caixilho é um dos pontos mais decisivos. Cada material atende a diferentes necessidades. Quando o isolamento térmico e acústico é a característica mais importante, o PVC é o mais recomendado, quando a resistência às intempéries e a resistência mecânica são mais importantes, o alumínio passa a ser a melhor opção. No entanto, as exigências funcionais não são as únicas que influenciam a decisão, mas a estética desejada para o projeto, assim como a dimensão dos vãos podem ser pontos relevantes na escolha.

Num projeto mais moderno, com traços minimalistas, provavelmente a escolha mais recomendada deva ser o alumínio, assim como para projetos com vãos muito grandes já que o alumínio tem uma resistência maior. Para projetos de reabilitação é preciso verificar o que diz a legislação sobre a troca dos caixilhos. Com o intuito de manter a caracterização da arquitetura histórica, alguns lugares não permitem a substituição dos caixilhos por modelos com aspetos mais modernos, pelo que nesses casos, a madeira ou caixilhos mistos passam a ser a única opção para se manter o aspeto visual mais próximo do original.

Quando comparado em custo, a madeira é a opção mais cara. No quadro 17 compara-se para uma mesma janela de correr com 2 folhas os preços para cada material, e é possível perceber que a madeira é o material mais caro, enquanto o alumínio sem corte térmico é a opção mais barata.

Quadro 17 - Comparação de preço entre os materiais (Gerador de preços, 2021)

Preço				
Tipologia	Alumínio sem corte térmico	Alumínio com corte térmico	PVC	Madeira
Correr 2 folhas (2300x1000)	270 €	470 €	430 €	1.970 €

Cada material tem os seus prós e contras. Ao elaborar um projeto deve-se levar em conta as características mais importantes e decidir qual atende melhor em cada caso.

4.3.2. TIPOLOGIAS DOS CAIXILHOS

A tipologia a ser adotada em cada vão, depende do projeto e do que se pretende. No capítulo 3 foram apresentadas as principais tipologias disponíveis no mercado. Os caixilhos de correr são os que apresentam uma maior diversidade de soluções, por isso são muito usados em projetos mais especiais. Alguns pontos importantes devem ser considerados na escolha do tipo de caixilho usado.

- Dimensão do vão: os caixilhos têm uma limitação de dimensão, principalmente por causa das ferragens usadas e da deformação dos perfis. As janelas fixas são limitadas apenas pela composição e dimensão do vidro, já que os perfis de aro são fixos no vão. Os caixilhos de batente, basculante, harmónio e oscilo batente dependem principalmente da ferragem e do peso da folha. Os caixilhos de correr e pivotantes são limitados pela deformação dos perfis e o peso das folhas.

- Dimensão dos perfis: A estética do caixilho tem uma importância significativa na escolha, a tendência da arquitetura minimalista que valoriza os perfis cada vez menores, impacta nessa decisão. Já em outros casos, como caixilhos de madeira, os perfis tornam-se parte da arquitetura, pelo que a espessura do perfil não é um problema. Existem diversas linhas diferentes que podem atender a diferentes preferências. Quando o objetivo é priorizar a vista, e reduzir a espessura da caixilharia, a tipologia de correr geralmente é a mais escolhida devido às opções minimalistas, principalmente quando o material é de alumínio, já que tem uma resistência maior.

- Desempenho acústico: A tipologia tem grande impacto na redução de ruídos do ambiente interno. O som penetra por espaços livres (com ar) entrando no ambiente, pelo que é possível perceber que quanto menor for a permeabilidade ao ar, melhor será o desempenho acústico. Os caixilhos de correr tem a desvantagem de precisarem de folga para as folhas deslizarem nos trilhos pelo que se usa pelúcia na vedação entre o aro e as folhas móveis. Outro ponto fraco dos caixilhos de correr é na união das folhas que muitas vezes permitem a entrada de ar. Assim se o isolamento acústico é um ponto fundamental, recomenda-se o uso de caixilhos de batente ou projetante com borrachas de vedação entre a folha e o aro. As janelas de correr elevatórias têm um bom desempenho acústico e permitem vãos bem maiores, mas têm a desvantagem de serem consideravelmente mais caras por causa das ferragens.

- Percentagem de abertura do vão: Uma das diferenças principais entre as tipologias está na percentagem do vão que o caixilho permite abrir. Os caixilhos de batente, pivotante e harmónio permitem a abertura

completa do vão, enquanto os caixilhos projetantes só permitem uma abertura parcial. Os caixilhos de correr variam de acordo com o número de folhas e trilhos. A forma mais simples de duas folhas, permite a abertura de 50% do vão, sendo que a única forma de abrir completamente o vão é ter as folhas a correrem para atrás da parede.

- Facilidade de limpeza: A limpeza torna-se uma questão complexa apenas para as janelas e não tanto para as portas, já que essas normalmente permitem acesso pelo lado externo. Algumas tipologias têm essa desvantagem de dificuldade de limpeza, por isso quando localizados em locais que não se tem acesso ao exterior são menos recomendados, como as janelas fixas ou as de batente com abertura para o exterior. As janelas de correr também apresentam uma certa dificuldade já que as folhas se sobrepõem, mas como são de pelo menos duas folhas ainda é possível realizar a limpeza. As janelas com maior facilidade de limpeza são as de batente com abertura para dentro, oscilo-batente e pivotantes.

- Custo: Como existem muitas linhas, com materiais diferentes é complicado falar de preços apenas pela tipologia, sem ter em conta o material, a qualidade da série, dos sistemas de vedação e da ferragem. No entanto, foi realizada uma pesquisa no gerador de preços, com os diferentes materiais, comparando caixilhos com medidas aproximadas para cada material. Com exceção da madeira, é possível perceber que as janelas de correr são as mais baratas. Isso ocorre principalmente por causa das ferragens que são usadas nos caixilhos de PVC e alumínio, que geralmente são mais simples nesses sistemas do que nos demais. O quadro 18 apresenta essa comparação. No gerador de preço foi possível encontrar uma diversificação maior de tipologias para alumínio sem corte térmico do que para os demais materiais, por isso é o mais completo em termos de tipologia. No entanto, no mercado é possível encontrar as outras tipologias para todos os materiais.

Quadro 18 - Comparação de preço em função da tipologia (Gerador de preços, 2021)

Preço	
Tipologia	Alumínio sem corte térmico (1200x900)
Correr 2 folhas	215 €
Batente de 2 folhas	440 €
Projetante	300 €
Basculante	340 €
Oscilo-batente de 2 folhas	470 €
Oscilo paralela	1050 €
Harmônio 3 folhas	1090 €

4.3.3. CONDIÇÕES DE SOMBREAMENTO

Os dispositivos de sombreamento têm grande impacto na estética do edifício e por terem um papel importante na redução de ganhos solares, é importante já serem considerados no início do projeto. Deve-se ter em conta que o uso de dispositivos fixos, podem interferir nos ganhos de inverno e os dispositivos externos têm uma eficiência maior.

Com exceção da fachada norte, os dispositivos de sombreamento são recomendados para todas as fachadas. Uma boa proteção combinada com ventilação adequada permite em muitos casos evitar a climatização artificial do ambiente. Os estores são recomendados sempre que possível, no exterior, para não criar efeito de estufa e um sobreaquecimento indesejado. Outra recomendação para as proteções solares, é sempre que possível, usar proteções amovíveis que se possam retirar quando não se verifique a presença de sol para ter um melhor aproveitamento da luminosidade.

Existem diversas soluções no mercado, e ao entender a necessidade do sombreamento dos vãos envidraçados, tem surgido novas soluções que atendam esteticamente aos projetos.

É preciso ter em consideração a tipologia de cada caixilho para a decisão de qual o dispositivo móvel será melhor opção para o projeto. Para caixilhos com abertura externa não é possível usar persianas externas e portadas, sendo mais recomendada uma solução interior, como uma cortina ou persiana interna. Para caixilhos com abertura para dentro, recomenda-se o uso de portadas. Para os caixilhos de correr o mais recomendado são as persianas externas, que podem ser em PVC ou em alumínio. Como esses caixilhos têm uma possibilidade de vãos maiores, deve-se ter atenção as dimensões máximas da persiana, geralmente não recomendadas para vãos com mais de 3m de largura.

4.4. SELEÇÃO DO VIDRO

O vidro é o principal componente do vão envidraçado, e sem dúvida o que tem maior impacto tanto no custo quanto no desempenho do caixilho. A orientação do vão envidraçado deverá ser levada em conta no processo de seleção do vidro, assim como o nível de conforto térmico e acústico pretendido no projeto.

Com as grandes preocupações com as questões energéticas, o conforto térmico passa a ter uma importância significativa. O vidro duplo é recomendado para melhorar o desempenho térmico, a espessura de caixa de ar considerada ótima é de 16mm, quando a caixa é maior começa a haver uma pequena perda de eficiência. O uso de capas de baixa emissividade tem grande impacto na redução do coeficiente de transmissão térmica (U), que tem grande impacto nas perdas térmicas do edifício durante o inverno. A figura 47 apresenta o comportamento dos vidros com diferentes coeficientes de transmissão térmica no inverno, representando o exterior com 0° e uma temperatura interior de conforto de 20° .

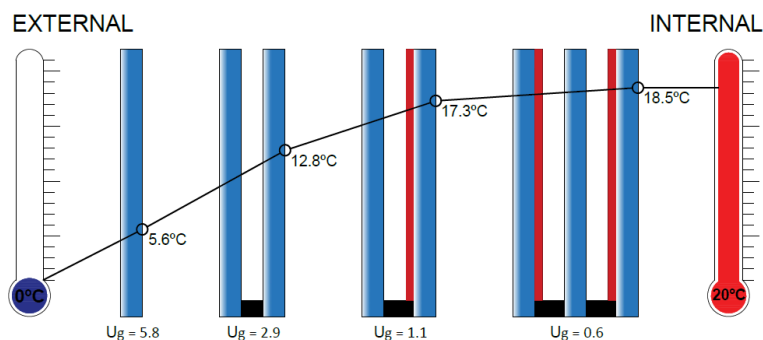


Figura 47 - Temperatura da Superfície de um vidro. Adaptado de (Saint Gobain)

Já as capas de controlo solar, não tem impacto nesse coeficiente, mas garantem uma redução do fator solar e da luminosidade, que são importantes para reduzir os ganhos solares durante o verão. Pensando nesses aspetos, os fabricantes de vidros, tem investido em soluções cada vez mais eficientes, por isso

existem as capas seletivas. Normalmente as capas mais simples ao reduzir o fator solar, também reduz a luminosidade, essas capas seletivas permitem uma maior luminosidade com a redução do fator solar, além de serem baixo emissivas.

Pensando no aspecto acústico, a primeira recomendação são vidros duplos com espessuras diferentes. O vidro laminado tem uma redução acústica melhor que um vidro monolítico, porém ainda tem uma frequência crítica acentuada. Para um desempenho ainda melhor, recomenda-se o uso de películas de atenuação acústica entre os vidros laminados. Além de melhorar o desempenho, ainda há uma atenuação da frequência crítica. A figura 48 apresenta um esquema com os diferentes vidros.

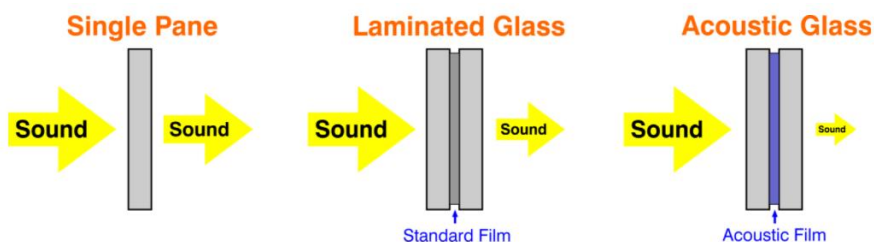


Figura 48 – Comportamento acústico dos vidros (Venster)

A figura 49 apresenta os resultados obtidos de ensaios com os três vidros representados na figura 48, mas com a mesma espessura. O primeiro é um laminado 33.2, com a película de atenuação acústica, o segundo é um laminado de 33.2 e o terceiro é um vidro monolítico simples de 6mm.

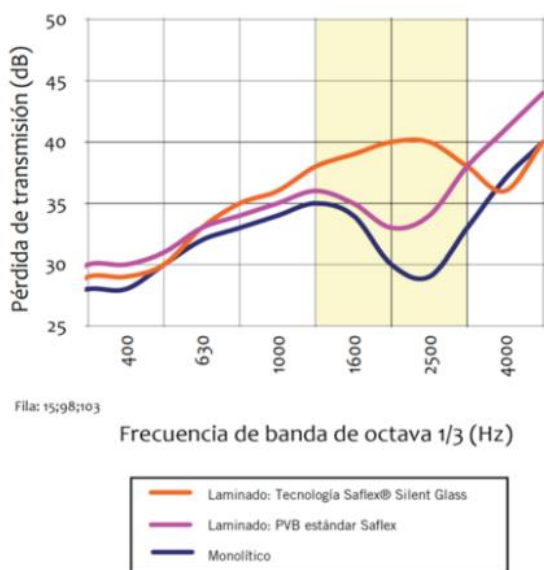


Figura 49 - Gráfico de isolamento acústico (Venster)

Quando consideramos o critério de resistência, é recomendado vidros termicamente tratados, principalmente para caixilhos grandes, independente da espessura e do uso. Os vidros com tratamento térmico, tanto o temperado quanto o termoendurecido apresentam uma resistência ao impacto maior que os vidros comuns.

Quanto à espessura dos vidros, o primeiro aspeto que deve ser levado em conta é a estabilidade do vidro. O vidro tem que ser adequado à pressão que vai suportar. Para caixilhos pequenos (aproximadamente 2,5m² de vidro) essa não se torna uma questão relevante. Mas para vidros maiores é preciso uma verificação da pressão de vento. Os fabricantes geralmente apresentam os limites de fabricação para os vidros de acordo com a espessura. Quanto maior a área de envidraçado, maior a espessura necessária para garantir a segurança do envidraçado.

Para vãos que estão posicionados mais baixos, e tem a função de guarda, o vidro deve sempre ser vidro de segurança, ou seja, vidros laminados. O mais recomendado é que seja um vidro laminado com pelo menos duas películas entre eles, sendo um dos vidros temperado ou termoendurecido e o outro vidro comum. Isso porque o vidro temperado aumenta a resistência ao impacto, mas ao ser quebrado, se estilhaça em vários pedaços, pelo que deixaria o local sem qualquer proteção. Assim, é importante que este seja laminado com um vidro comum. No caso de ser um vidro duplo, é recomendado que o vidro interno seja temperado e o externo laminado.

4.5. DESEMPENHO DOS CAIXILHOS

O desempenho do caixilho, é apresentado de acordo com as classes obtidas nos ensaios, e são extremamente importantes no processo de decisão. No capítulo 2 são apresentadas as classes de permeabilidade ao ar, resistência ao vento e estanquidade à água de acordo com a localização e altura de cada caixilho. A durabilidade mecânica, deve ser escolhida de acordo com a previsão de uso. Essas informações são apresentadas pelos fornecedores no catálogo com o número do relatório, a descrição do modelo, as medidas, o vidro e o sistema usados no ensaio, conforme apresentado na figura 50.



Figura 50 - Resultado de ensaio tipo inicial (ITT) (Extrusal, Catálogo Sistema de Batente, 2016)

A transmissão térmica, é apresentada nos catálogos dos fornecedores conforme a figura 51, com as informações do relatório, as dimensões usadas e o coeficiente de transmissão térmica do vidro (U_g) usado. Essa informação é de extrema importância, já que o vidro tem grande impacto no coeficiente de transmissão térmica do conjunto.

COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA

Relatório nº

Organismo notificado nº



Uw: Coeficiente de transmissão térmica da janela (W/m^2K)

Aw: Área da janela (m^2)

Ug: Coeficiente de transmissão térmica do vidro (W/m^2K)

Uf: Coeficiente de transmissão térmica dos perfis (W/m^2K)

Ψ : Coeficiente de transmissão térmica linear (W/m^2K)

Dimensão: 1230 mm x 1480 mm

Ug = 1,8 $W/m^2.K$

Figura 51 - Resultado do ensaio de transmissão térmica (Extrusal, Catálogo Sistema de Batente, 2016)

O desempenho acústico do caixilho também é apresentado no catálogo com as informações correspondentes ao ensaio realizado. A principal informação que se deve ter com atenção é a composição do vidro, pois pode apresentar uma diferença considerável do desempenho real caso seja usado um vidro com um desempenho inferior. Na figura 52, é apresentado o resultado de um ensaio realizado no caixilho com um vidro duplo 8mm + caixa de ar + 6mm.

DESEMPENHO ACÚSTICO

Informação de cálculo nº

Organismo notificado nº



Rw: Índice de isolamento sonoro (dB)

C: Termo de adaptação ao espectro do ruído rosa

(ex.: $Rw - C$)

Ctr: Termo de adaptação ao espectro do tráfego

(ex.: $Rw - Ctr$)

Valor declarado de referência (*) da atenuação acústica segundo o anexo B da norma NP EN 14351-1 +A1

Figura 52 - Resultado de ensaio acústico (Extrusal, Catálogo Sistema de Batente, 2016)

A etiqueta energética já é amplamente utilizada na classificação energética de eletrodomésticos, a etiqueta SEEP, Sistema de Etiquetagem Energética de Produtos, desenvolvido pela Agência para a Energia, que alarga o conceito de desempenho energético a produtos não regulados pela diretiva de rotulagem energética, mas que desempenham um papel importante no consumo e consequentemente no desempenho energético dos edifícios. O primeiro produto com etiqueta do SEEP são as janelas/vãos, sendo um sistema de etiquetagem voluntário que permite ao utilizador final comparar o desempenho energético de produtos. Esta etiqueta energética permite aos projetistas, ou mesmo aos consumidores

finalis, compararem soluções de mercado mediante a simples verificação da classe de desempenho, que vai de G (menos eficiente) a A (mais eficiente) (Reis, 2014). A figura 53 apresenta um exemplo de etiqueta SEEP.



Figura 53 - Etiqueta energética de janelas (Reis, 2014)

A etiquetagem energética torna mais prático e intuitivo o processo de decisão com base no desempenho dos vãos envidraçados, uma vez que informações mais relevantes ao desempenho térmico, acústico, permeabilidade ao ar, estão sintetizadas num só documento, além de ser apresentada uma classe geral de performance de forma simples.

5. Fichas do manual

5.1. ENQUADRAMENTO

Neste capítulo será apresentado o manual enquanto documento, com as características que são importantes de serem encontradas num catálogo de caixilharias. As fichas foram elaboradas com base nas informações disponíveis no mercado. As informações contempladas nesse catálogo têm a intenção de serem práticas para os projetistas. Assim, foram ouvidas opiniões de pessoas que trabalham na área de caixilharia e com projetos, sobre quais seriam os parâmetros mais relevantes para que fossem contemplados nessas fichas. Seguidamente apresenta-se cada item da ficha detalhadamente.

5.2. DESIGNAÇÃO

A sigla usada para o modelo contem algumas informações básicas sobre o caixilho que será apresentado. A primeira letra será para distinguir entre as composições que são usadas para portas (*P*), janelas (*J*) e quando as informações da ficha se aplicam a ambos é usado o (*C*) de caixilho.

A segunda letra é referente ao material que pode ser: A – Alumínio; PVC - Policloreto de vinila; M – Madeira; AM - Alumínio e madeira.

Se o alumínio for com corte térmico, depois do material terá *_RT*.

A próxima informação é referente ao perfil, que geralmente as linhas de perfis tem uma medida determinada para o aro principal. A figura 54 apresenta alguns exemplos de perfis.

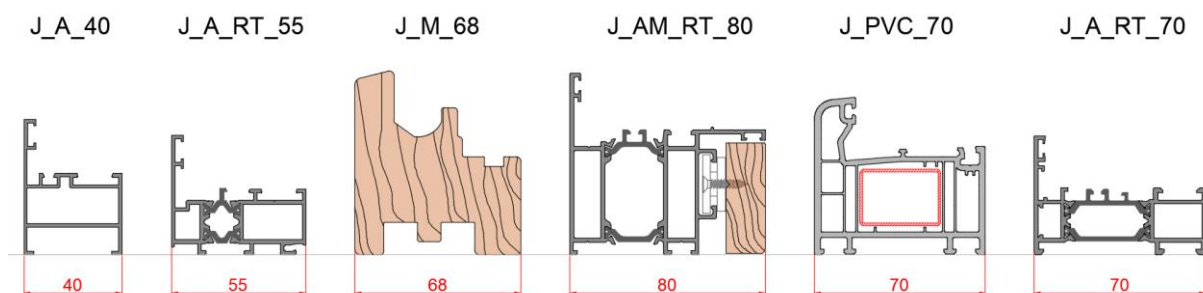


Figura 54 - Largura dos perfis

A última informação será referente à tipologia, onde foram selecionadas as mais correntes, podendo ser: B – Batente; OB – Oscilo-batente; Basc – Basculante; C – Correr.

Para os caixilhos de correr, haverá uma informação complementar com o número de trilhos caixilho, como por exemplo C_2R, que é um caixilho de correr com 2 “rails”. Essa informação é importante pois tem consequência na largura do aro que será fixado ao vão.

5.3. MATERIAL

O material é o segundo item na ficha. Como os materiais mais usados são: a madeira, o PVC e o alumínio, as fichas estão associadas a esses materiais, mesmo sabendo que existem outras possibilidades de materiais. Porém, por não serem tão correntes, torna-se mais difícil de encontrar informações sem entrar em contato direto com fornecedores. A figura 55 apresenta os cinco materiais usados.



Figura 55 - Materiais dos caixilhos (alumínio com corte térmico, PVC, alumínio, madeira, alumínio com madeira)
(Costa, 2013)

É importante ressaltar que como em Portugal o material mais usado é o alumínio, pelo que acaba por ser o que tem mais sistemas disponíveis com as informações básicas necessárias para se compor as fichas.

5.4. ENCHIMENTO

Cada sistema tem uma gama de espessuras de enchimentos que podem ser usadas. Geralmente, são usados vidros, mas podem ser outros materiais. A espessura do enchimento está diretamente associada à largura do perfil, onde a maior parte das linhas permitem uma variação da espessura do vidro com alteração dos vedantes ou dos bites (perfil que segura o vidro ao aro móvel ou fixo).

Algumas linhas só permitem uma espessura de vidro, que ocorre quando não usam bites nos perfis de folha. Geralmente as espessuras são largas para vidros multicamadas, de forma que seja possível usar diferentes vidros alterando a espessura da caixa de ar.

Perfis de alumínio com corte térmico geralmente não permitem vidros simples. Como a largura dos perfis é maior, a espessura mínima que o caixilho comporta é 20mm, que é uma espessura elevada para um vidro maciço.

O vidro tem limites de fabrico que devem sempre ser considerados quando se pretende realizar grandes vãos. A primeira verificação que deve ser efetuada é se o vidro não sofrerá deformações excessivas com a pressão de vento. Para garantir esse desempenho, deve-se sempre consultar o fornecedor. As chapas de vidro geralmente têm o limite de 6 m x 3,2 m, embora seja possível medidas maiores desde que um dos lados não ultrapasse os 3,2m. Para vidros grandes, é recomendado que se use vidros temperados, por questão de segurança, e com espessura entre os 8mm e os 10mm para cada pano.

5.5. DESCRIÇÃO

Esta parte da ficha possui uma breve descrição da tipologia com informação geral sobre o número de folhas, a ferragem usada e o funcionamento do caixilho. A descrição está diretamente associada a imagem considerada para a ficha. A figura 56 apresenta as tipologias encontradas nas fichas.

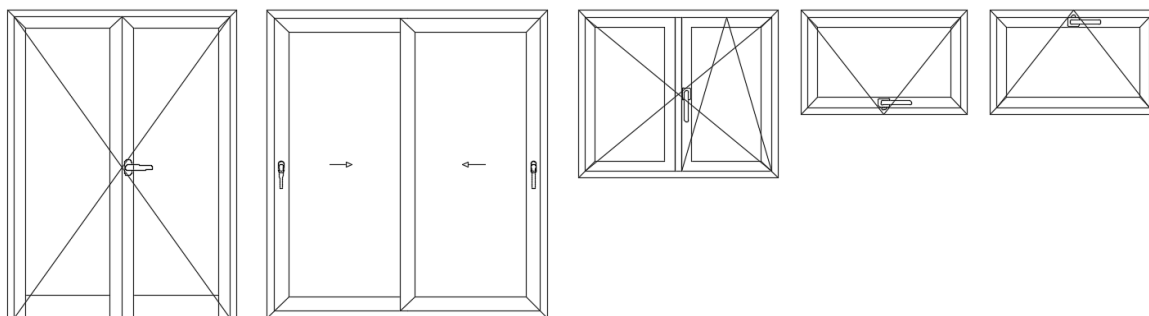


Figura 56 - Tipologias (porta de batente, caixilho de correr, janela de batente, projetante, oscilo)

5.6. PERFIS

Uma descrição dos perfis básicos que são usados no caixilho, como a largura do aro e da folha, se usa ou não bite, sendo aqui apresentado uma informação que é particularmente importante para os clientes é a espessura do perfil no alçado. Principalmente em vãos pequenos, o caixilho pode ocupar parte significativa do vão, reduzindo a área de envidraçado.

Outras informações importantes sobre os perfis, como a espessura nominal do perfil, se for de alumínio ou, o número de caixas de ar se for de PVC. Quando é o material é madeira, a principal informação é o tipo de madeira. Geralmente os fornecedores oferecem uma lista de opções para o cliente, mas os perfis podem ser de madeira maciça ou laminada. A figura 57 apresenta um exemplo de perfil com as características apresentadas na ficha.

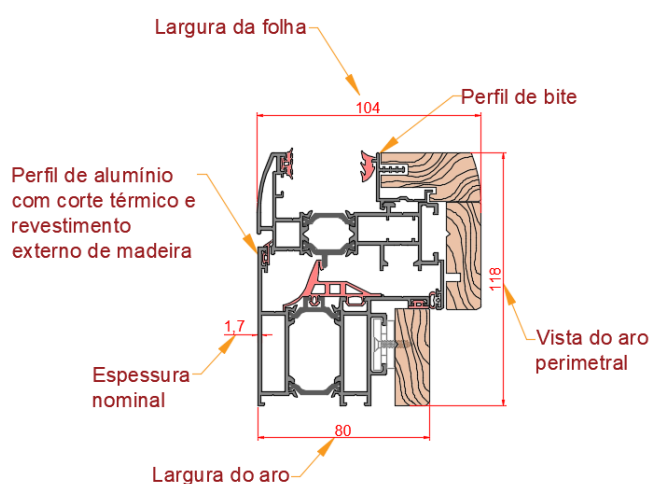


Figura 57 - Informações sobre perfil de alumínio/madeira

5.7. ACABAMENTOS

Os acabamentos disponíveis para caixilho são os mais diversos possíveis. Para o alumínio, a lacagem pode ser feita de diversas cores e texturas. Os fornecedores geralmente apresentam um catálogo com os Ral disponíveis, podendo ser de diferentes texturas: como brilhante, mate ou texturado. Outra possibilidade é a lacagem que dá ao alumínio o aspeto de madeira. A figura 58 apresenta algumas das cores mais comuns da linha Ral e da lacagem de madeira, embora exista uma gama de cores bem maior.



Figura 58 - Cores Ral e lacagem de madeira (Profiltec, s.d.)

Existe também a possibilidade da anodização, que conforme está no capítulo 3 é outro tipo de tratamento, e dá um aspeto mais metalizado ao caixilho. Pode também ter algumas variações de cores, como bronze, inox, champagne, preto e dois tipos de acabamento, polido ou acetinado. A figura 59 apresenta algumas cores possíveis da anodização.



Figura 59 - Acabamentos anodização (Profiltec, s.d.)

O acabamento em caixilhos de madeira pode ser pintado, envernizado ou com a aplicação de um produto com base aquosa que dá um aspeto mais natural aos perfis. A madeira usada no perfil tem grande impacto no aspeto final do caixilho.

O acabamento em PVC pode ser feito através do revestimento do perfil de base com uma película de alta resistência, que proporciona o acabamento com cores e texturas de madeira ou de uma gama de cores.

5.8. VEDAÇÃO

A vedação de um caixilho tem uma importância fundamental na estanquidade. As juntas e vedações são os elementos mais perecíveis em um sistema de caixilharia, por isso a aplicação e manutenção corretas são essenciais para preservar a estanquidade do conjunto. Deve-se considerar essencialmente quatro situações:

- Juntas entre o aro e vão;
- Entre os perfis;
- Entre o aro e as folhas móveis;
- Entre o vidro e os perfis;

Uma vez que a janela está fixada ao vão, aplica-se um cordão de material de selagem/isolamento na folga perimetral. Pode-se usar diferentes materiais, como espuma de poliuretano, cordão de espuma de polietileno ou junta vedante compriband. É importante que seja um material flexível para permitir os movimentos de dilatação e contração da caixilharia. Quando usada a espuma de poliuretano, após a expansão e secagem, deve-se eliminar as rebarbas e deixar a superfície o mais limpa possível para a aplicação do impermeabilizante. A figura 60 apresenta a aplicação de espuma de poliuretano nas juntas de uma janela em uma construção impressa em 3D.



Figura 60 - Aplicação de espuma de poliuretano (Tecnimundo, 2017)

O material de selagem não tem função impermeabilizante, por isso é importante deixar um espaço para a aplicação de silicone. A selagem da junta exterior deve ser realizada com silicone neutro, imprescindível para evitar a entrada de água. Essa vedação é importante para manter a estanquidade da caixilharia, por isso sempre que precisar ser efetuada uma manutenção, esse é um ponto a ser observado e refeito, caso necessário. A figura 61 apresenta a simulação da selagem do lado externo de uma janela com silicone.

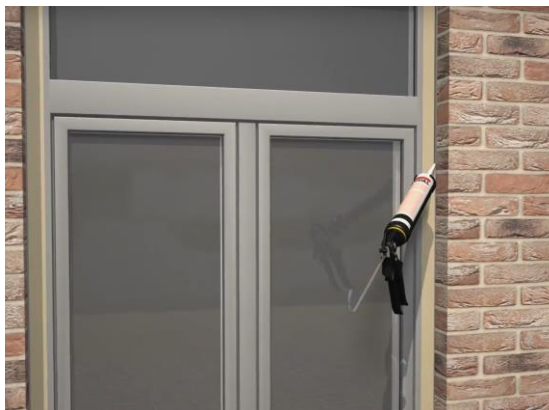


Figura 61 - Selagem de janela (Soudal, 2017)

A união dos perfis é geralmente realizada com acessórios de conexão ou parafusos, mas na montagem, é comum o uso de cola ou silicone para garantir a impermeabilidade da união. A figura 62 é tirada de um catálogo de montagem de caixilharia de alumínio que indica o uso de silicone junto com os esquadros de união.

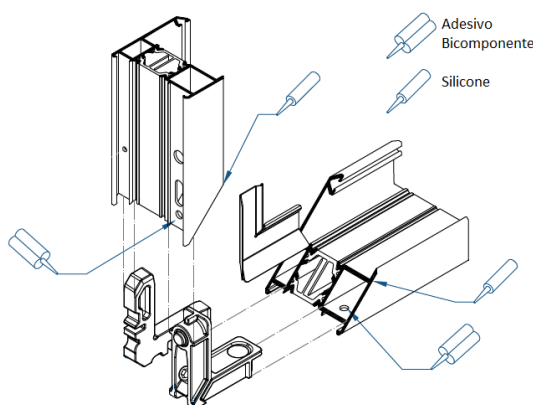


Figura 62 - Aplicação de silicone na montagem da folha (Cortizo)

A junta entre o aro e as folhas móveis pode ser feita de diferentes formas e esse é ponto que pode divergir nos caixilhos apresentados nas fichas. Para as janelas de abrir, geralmente são usados vedantes de borracha sintética EDPM (polímero sintético constituído por Etileno, Propileno, Dieno e Monómero). Esta borracha apresenta uma boa resistência à ação das intempéries, à variação de temperatura, e a luz solar, além de ser um bom isolante quando comprimida. Também pode ser usado vedações Q-LON, que são vedantes com um núcleo de espuma de poliuretano e com revestimento externo de polietileno.

Para as janelas de correr, o vedante usado entre o aro e a folha móvel é a pelúcia evita correntes de ar, passagem de poeiras, luz e outro tipo de contaminantes que possam vir do exterior para o interior através das frestas. A eficiência dos vedantes de borracha é maior do que de pelúcia, pelo que os caixilhos de correr não apresentam uma estanquidade tão boa, nem um isolamento sonoro tão eficaz. A figura 63 apresenta exemplos de vedantes EDPM, pelúcia e Q-LON.

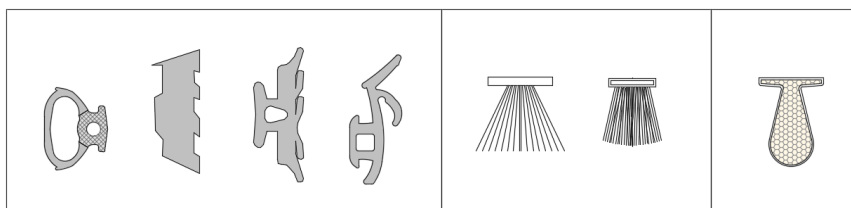


Figura 63 - Vedantes usados nos caixilhos (EDPM, pelúcia e Q-LON)

A ligação entre o vidro e os perfis pode ser efetuada com mástique ou vedantes de borracha, dependendo da indicação do fabricante. Quando a folga é maior, o mais comum é o uso de vedantes de borracha, que são colados nos perfis de folha.

5.9. FIXAÇÃO

A primeira informação importante sobre a fixação é que deve sempre existir uma folga entre o tamanho do caixilho e do vão, que será preenchida posteriormente com enchimentos e vedantes. Essa folga tem uma função importante não só na montagem, mas também para absorver as dilatações e contrações da construção do caixilho, pelo que não deve ser inferior a 5mm em cada lado, embora varie de acordo com o tamanho do caixilho e o fabricante. Outro fator importante em relação ao vão, é o nível, se o vão não estiver alinhado, o funcionamento do caixilho pode ser comprometido, pelo que antes de fixar o caixilho deverá ser feito um nivelamento com cunhas ou calços.

Deve-se ter um cuidado especial com a soleira ou peitoril para que não haja infiltração nem acumulação de água entre o caixilho e o vão. A soleira ou peitoril podem ser construídas “in situ”, com pedra, madeira ou mesmo betão, ou pode ser fornecida pelos fabricantes de caixilharia, que podem ser de alumínio, aço inox ou galvanizado ou com um perfil do próprio sistema do caixilho.

Quando as soleiras e peitoris são realizadas no local, é importante ter em atenção alguns aspetos. Devem sempre ser impermeáveis, ter um declive de 2 a 5% para permitir que a água da chuva escoe. Quando são peitoris, é recomendado um avanço de pelo menos 4cm da parede, e uma pingadeira, para que a água drenada não escorra pela parede deixando manchas. A figura 64 mostra como deve ser o peitoril da janela com as características mencionadas.

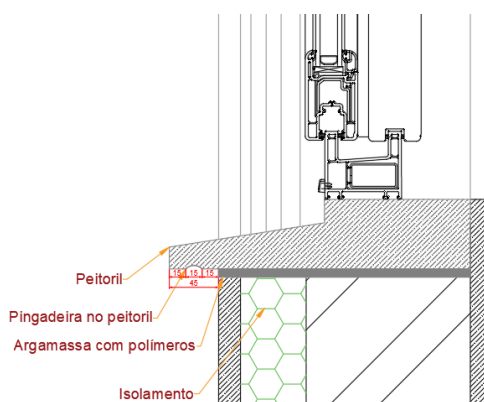


Figura 64 - Peitoril de janela

A fixação dos caixilhos pode ser realizada com parafusos diretamente ao vão, com o uso de pré-aros, suportes de fixação ou contramarco. Os pré-aros geralmente são de aço galvanizado e são contínuos ao longo do caixilho, os suportes de fixação são pontuais, e são muito comuns nas construções francesas, o contramarco é uma moldura de alumínio chumbada no vão. De qualquer forma é importante evitar furos diretos no aro inferior, que se tornariam um caminho para infiltrações de água. A figura 65 apresenta a fixação por suportes e por parafusos.

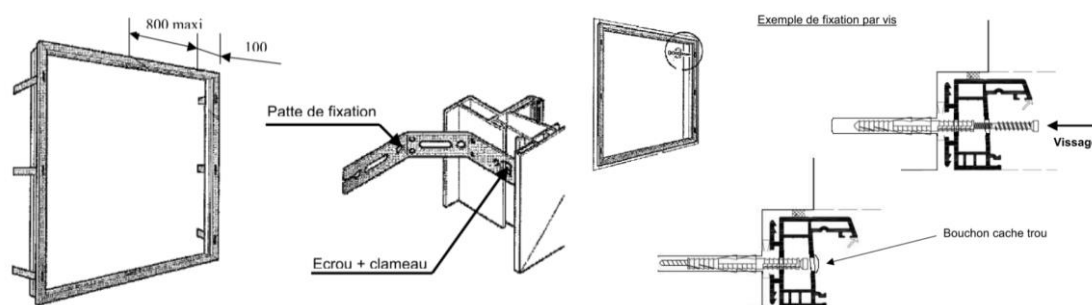


Figura 65 - Formas de fixação de um caixilho (Le Roi de la fenetre, s.d.)

Como a parede geralmente tem espessura maior que o aro do caixilho, é importante especificar onde este será fixado no vão. O caixilho pode ser nivelado pelo interior, pelo eixo central, ou pelo exterior. O alinhamento pelo interior é a posição mais frequente, e é muito comum o uso de perfis de arremates para fazerem o acabamento entre o caixilho e a parede. Quando a parede é dupla, o mais recomendado é que o caixilho seja fixado alinhado com o isolamento, de forma que o pano interior da parede fique do lado interno do caixilho. O alinhamento pelo exterior é menos comum, a não ser que o isolamento seja externo, mas mesmo assim não é recomendado já que o caixilho fica mais exposto. A figura 66 apresenta as posições de fixação de um caixilho no vão.

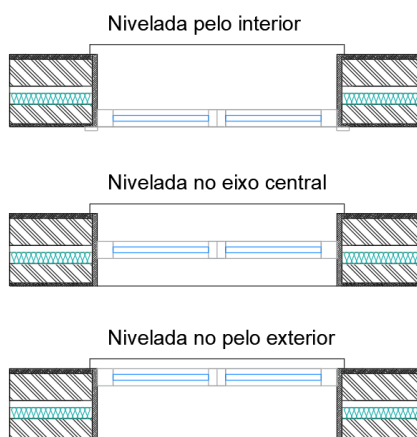
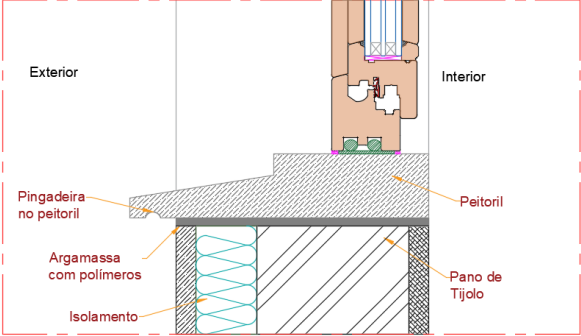
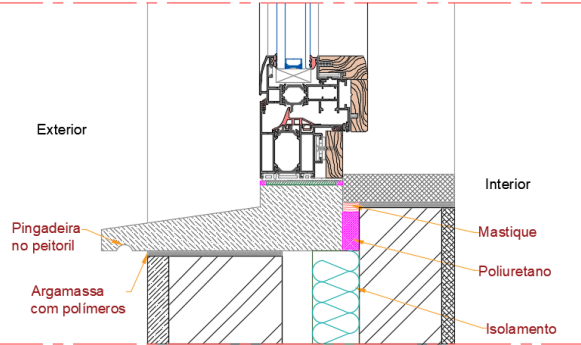
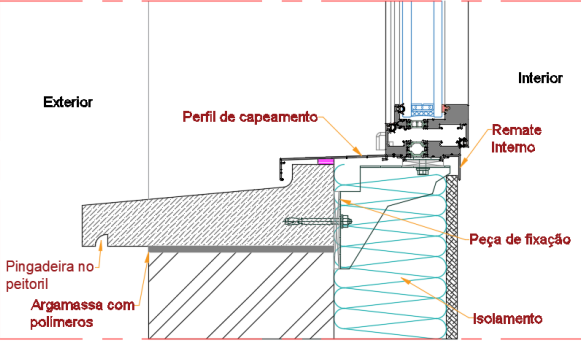


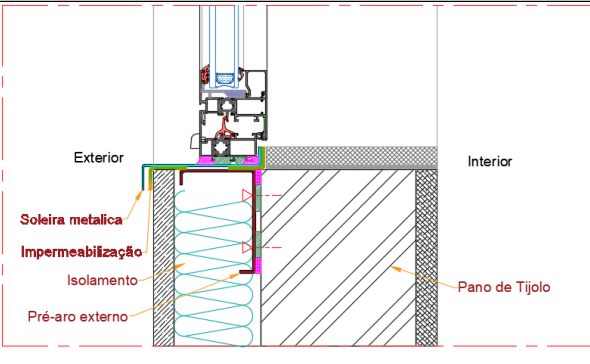
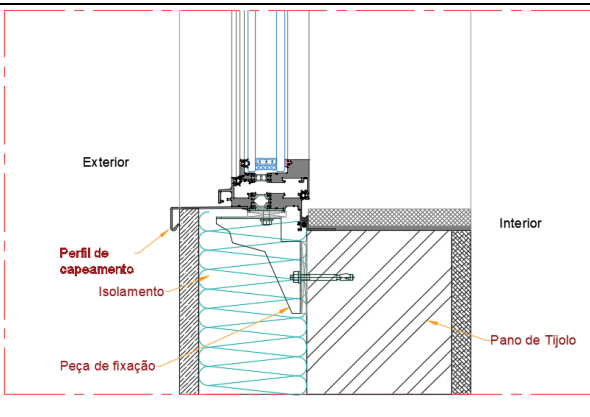
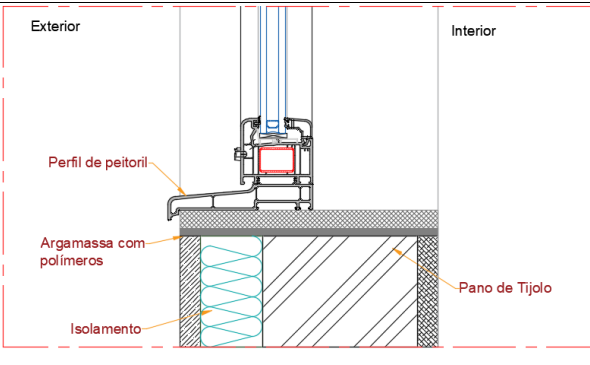
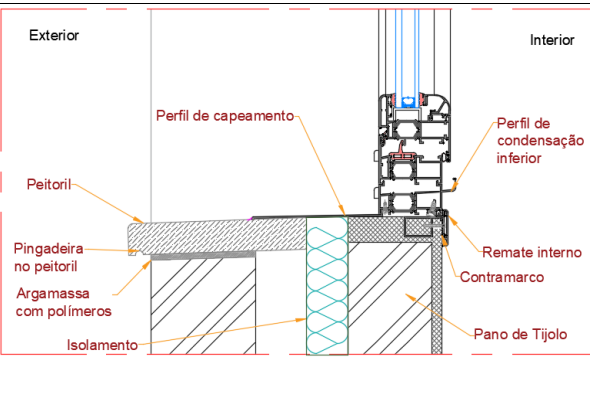
Figura 66 - Posicionamento dos caixilhos

O quadro 19 apresenta alguns exemplos de solução de peitoril e de fixação de janelas. Foram usados diferentes perfis de janela de batente, mas o princípio é o mesmo para os diferentes materiais e para as janelas de correr. Os perfis de peitoril, capeamento e remate, normalmente fazem parte do sistema, assim

os encaixes serão adequados àquela linha, pelo que é mais comum encontrar essas soluções para PVC e alumínio.

Quadro 19 - Pormenores de peitoril, perfil de batente

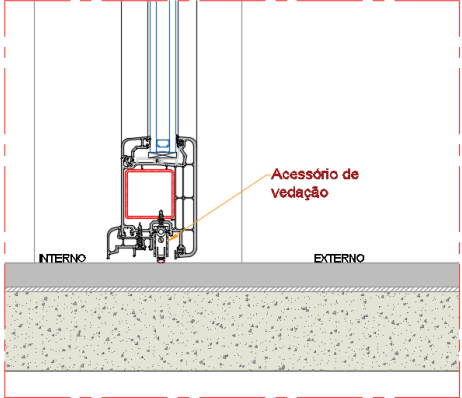
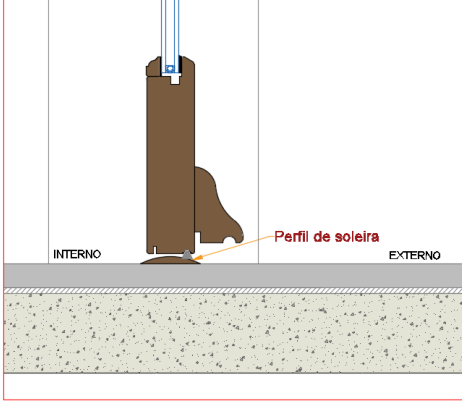
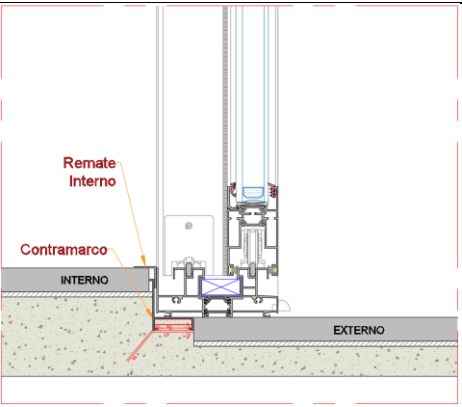
Descrição	Pormenor
- Parede simples com isolamento externo; - Peitoril fixado com argamassa de polímeros e com a borda sobressalente à parede com pingadeira; - Janela fixada direta no vão, sem um alinhamento definido.	 Exterior Interior Pingadeira no peitoril Argamassa com polímeros Isolamento Peitoril Pano de Tijolo
- Parede dupla com isolamento no meio; - Peitoril fixado com argamassa de polímeros no pano externo, com borda sobressalente e pingadeira; - Janela fixada direta no vão, alinhada pelo eixo central.	 Exterior Interior Pingadeira no peitoril Argamassa com polímeros Mastique Poliuretano Isolamento
- Parede simples com isolamento interno; - Peitoril fixado com argamassa de polímeros no pano externo, com borda sobressalente e pingadeira; - Janela com suportes de fixação, alinhada pelo interior, com perfil de capeamento externo e remate interno.	 Exterior Interior Pingadeira no peitoril Argamassa com polímeros Perfil de capeamento Remate Interno Peça de fixação Isolamento

Descrição	Pormenor
- Parede simples com isolamento externo; - Peitoril metálico com impermeabilização por baixo; - Janela fixada com pré-aro externo, alinhada por fora.	
- Parede simples com isolamento externo; - Perfil de capeamento; - Janela com suportes de fixação, alinhada pelo exterior.	
- Parede simples com isolamento externo; - Perfil de peitoril; - Janela fixada direto ao vão.	
- Parede dupla com isolamento no meio; - Peitoril fixado com argamassa de polímeros no pano externo, com borda sobressalente e pingadeira; - Janela fixada com contramarco, alinhada pelo interior com perfil de capeamento, arremate interno e perfil de condensation.	

O quadro 20 apresenta alguns exemplos de solução de soleira para portas. As soluções são apresentadas para portas de batente e portas de correr. O desafio das portas é que para impedir a entrada de água por baixo, muitas vezes é preciso criar um obstáculo na passagem. A melhor vedação ocorre com o uso de borrachas comprimidas, assim é preciso um perfil de soleira no batente inferior. Para o sistema de correr atualmente existem soluções de aros alinhados e aros integrados, que permitem o nivelamento do piso interior e do exterior sem nenhum obstáculo, mas deve ser previsto na construção um caminho para a saída de água por baixo podendo-se usar caleiros para direcionar a água.

Quadro 20 - Pormenores de soleiras

Descrição	Pormenor
- Porta de batente com perfil de pingadeira inferior, e abertura para dentro; - Soleira de pedra com saída d'água; - Degrau entre lado interno e externo.	
- Porta de batente com perfil de pingadeira inferior, e abertura para dentro; - Perfil de soleira inferior que permite a vedação com borracha. - Soleira de pedra com saída d'água; - Degrau entre lado interno e externo.	
- Porta de batente, abertura pode ser para dentro ou para fora; - Perfil de soleira inferior que permite a vedação com borracha, porém cria um obstáculo. - Piso interno e externo podem ter o mesmo nível.	

Descrição	Pormenor
- Porta de batente, abertura pode ser para dentro ou para fora; - Sem soleira inferior; - A vedação é feita apenas por um acessório inferior, que desce quando a porta está fechada, tem mais risco de entrada de água; - Piso interno e externo podem ter o mesmo nível.	
- Porta de batente, abertura pode ser para dentro ou para fora; - Perfil de soleira sem contato com a porta, tem mais risco de entrada de água, por isso é recomendada para portas com pouca exposição externa; - Piso interno e externo podem ter o mesmo nível.	
- Porta de correr com aro de duas trilhos fixado com contramarco e com arremate interno; - É recomendado que haja um desnível entre o lado interno e externo, senão cria um obstáculo grande no piso.	

Descrição	Pormenor
- Porta de correr com aro de duas folhas. Perfil alinhado com piso interno e externo. - Soleira metálica com impermeabilização. - Necessário prever caminho para a saída de água por baixo do piso externo.	
- Porta de correr com aro de duas folhas. Perfil integrado com piso interno e externo. - Soleira metálica com impermeabilização e caleiro para encaminhar a água para fora.	

5.10. DIMENSÕES FOLHA MÓVEL

Existem vários fatores que podem determinar os limites das folhas móveis. Geralmente essa limitação já é transmitida pelo próprio fornecedor. Para caixilhos de sistema de abrir, a limitação é devido às dimensões e ao peso da folha que a ferragem permite.

Para os caixilhos de correr, existem dois casos: no primeiro, o rodízio fica na folha, e para esses casos o fator limitante será o peso que o rodízio aguenta.

No segundo caso, o rodízio fica no aro, que geralmente é o mais usado em caixilhos minimalistas. Nesses casos como o peso pode ser consideravelmente maior e ainda assim ter um bom funcionamento, o peso é limitado por metro linear, mas geralmente a limitação da folha passa a ser a resistência dos perfis.

Os caixilhos têm que estar dimensionados para aguentar a pressão do vento, e quanto maior as folhas, maior resistência os perfis têm que ter, pelo que é comum que caixilhos de correr com mais de três metros usem reforço no prumo, para aumentar a inércia e não sofrer deformação.

Os fornecedores normalmente possuem ábacos com informações de limites de peso e largura para cada sistema.

5.11. VANTAGENS E DESVANTAGENS

No capítulo 3, as vantagens e desvantagens de cada tipologia e material está mais completa. Mas foram selecionadas algumas que são importantes de serem mencionadas sobre cada caixilho presente na ficha, principalmente sobre a tipologia.

5.12. ENSAIOS

Por último apresenta-se as classificações da marcação CE para o caixilho com as informações referentes aos ensaios realizados. É importante lembrar que os ensaios são feitos usando o caixilho de referência com um determinado vidro, os resultados apresentados nas fichas são para ensaios com vidro duplo de 8+caixa de ar+6. Essa informação é relevante, principalmente para o isolamento acústico que pode variar bastante de acordo com a especificação do vidro. Caso as dimensões sejam maiores a resistência pode ter uma classificação menor, assim como, se o vidro usado for diferente, também pode haver alteração no desempenho térmico e acústico.

5.13. REFERÊNCIAS

Para o desenvolvimento dessas fichas foram consultados vários catálogos disponíveis no mercado. É importante frisar a dificuldade que existe em obter informações simplificadas sobre os caixilhos. Os catálogos fornecem mais informações para fabricantes de caixilharia do que propriamente para um projetista que está no processo de decisão.

Outro ponto importante de ser mencionado, é a ausência em alguns catálogos de dados sobre os ensaios da marcação CE. Mesmo os que tem nem sempre são intuitivos, pelo que seria interessante ser mais difundido o uso da etiqueta SEEP, nos catálogos.

Para os caixilhos comuns de alumínio com e sem corte térmico foram usados catálogos da Extrusal e da Cortizo para a criação das fichas, embora outros catálogos e sites tenham sido consultados. Para o caixilho minimalista de alumínio com corte térmico, foi usado o catálogo da Hyline. Para os caixilhos de alumínio com madeira, a única informação encontrada foi no catálogo do Grupo Soares, sistemas Euro2000. Para os caixilhos de PVC foram usados catálogos da Cortizo e da Winbel. Os caixilhos de madeira foram os que apresentaram um desafio maior para se conseguir informação. Foi usado como base o catálogo da empresa Bako Bartnik Kowalczyk da Polônia e o site da George Barnsdale, que é uma empresa britânica.

5.14. FICHAS

As fichas completas estão apresentadas nos anexos, no entanto o quadro 21 tem um resumo com os modelos desenvolvidos.

Quadro 21 - Índice com as fichas desenvolvidas

Modelo	Ficha
J_A_RT_55_B	Ficha 1
J_A_RT_55_OB	Ficha 2
P_A_RT_70_B	Ficha 3
C_A_RT_113_C_2R	Ficha 4
C_A_RT_158_C_2R	Ficha 5
J_A_RT_55_Basc	Ficha 6
J_A_40_B	Ficha 7
J_A_40_OB	Ficha 8
P_A_55_B	Ficha 9
C_A_80_C_2R	Ficha 10
J_A_40_Basc	Ficha 11
J_AM_RT_80_B	Ficha 12
J_AM_RT_80_OB	Ficha 13
P_AM_RT_80_B	Ficha 14
C_AM_RT_80_C_2R	Ficha 15
J_AM_RT_80_Basc	Ficha 16
J_M_68_B	Ficha 17
J_M_68_OB	Ficha 18
P_M_74_B	Ficha 19
C_M_165_C_2R	Ficha 20
J_PVC_70_B	Ficha 21
J_PVC_70_OB	Ficha 22
P_PVC_84_B	Ficha 23
C_PVC_70_C_2R	Ficha 24
J_PVC_70_Basc	Ficha 25

6. Conclusão

6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o aumento das exigências estéticas e funcionais dos vãos envidraçados, este componente do edifício tem se tornado cada vez mais complexo. A indústria da caixilharia tem investido em diferentes tecnologias para acompanhar essas mudanças. Assim é possível observar o surgimento de diversos sistemas de caixilharia, diferentes sistemas de fecho, vários tipos de revestimentos, melhores soluções de vidros, entre outros, que continuam em constante desenvolvimento.

Neste sentido espera-se que as soluções sejam mais duráveis, apresentem um melhor comportamento térmico e acústico, tenham mais resistência mecânica, melhor estanquidade para que o vão envidraçado se possa equiparar cada vez mais com a zona corrente, e não sejam mais um ponto fraco na envolvente.

No entanto, é preciso ter em consideração que muitas dessas soluções inovadoras ainda não chegaram no utilizador final, ou nos projetistas em geral. O tema caixilharia é pouco abordado durante a formação dos arquitetos e engenheiros, sendo assim uma área onde não é dada a devida atenção.

O objetivo principal da dissertação foi a criação do catálogo com as principais soluções de vãos envidraçados e as suas características. Esse catálogo deve servir de guia para os profissionais durante a preparação do projeto.

A importância de compilar esses dados ficou cada vez mais evidente durante o trabalho, pela dificuldade de se encontrar as informações sobre as soluções disponíveis para desenvolver as fichas, principalmente de sistemas de madeira.

6.2. CONCLUSÕES GERAIS

Um levantamento completo, com todas as soluções existentes, é praticamente impossível, devido às diversas variações que podem existir para cada caixilho. Por isso, o presente trabalho limitou-se às soluções mais correntes em Portugal.

Ficou evidente que o alumínio é o material mais comum para caixilharias em Portugal. Por ser o mais usado, há mais fornecedores e sistemas disponíveis. Assim as informações necessárias para o catálogo foram mais facilmente encontradas. Para os sistemas de PVC, embora não tivessem muitas opções, foi possível encontrar informações sobre essa solução em empresas que são especializadas em alumínio, mas possuem sistema em PVC também. O que se provou mais desafiante foi encontrar informação sobre sistemas de madeira. Muitos fornecedores locais não usavam sistemas certificados e eram mais especializados em restauro. Só foi possível obter informações com fornecedores estrangeiros.

As informações da marcação CE também nem sempre eram diretas. Os catálogos de alumínio que foram os que se revelaram mais completos e alguns possuíam inclusive a etiqueta SEEP. Mas os ensaios são realizados para uma modelo de cada linha e não por tipologia. Para algumas tipologias, pela semelhança de funcionamento é possível perceber que não deve haver alteração, mas as linhas englobam diferentes tipologias. Por exemplo, uma linha de caixilho de batente apresenta um ensaio para uma janela de oscilo-

batente, mas pode ser usada para janelas projetantes, pivotantes, harmónio, entre outros. Para projetantes o funcionamento é o mesmo, mas para pivotantes e harmónio, não é possível garantir que a estanquidade será a mesma.

Contudo, foi possível criar as fichas com algumas limitações, mas que abrangem a maioria das tipologias mais usadas em Portugal.

Os vãos envidraçados constituem uma parte da envolvente dos edifícios com grande impacto na sua eficiência. Assim, torna-se cada vez mais importante, os projetistas terem alguma sensibilidade no impacto que as decisões de projeto de caixilharia têm no conforto do edifício. Neste sentido, esse trabalho representou um contributo com a sintetização de informações para auxiliar na seleção de caixilharia.

6.3. PERSPETIVAS DE DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Na sequência deste trabalho, são apresentadas algumas sugestões de trabalhos futuros que podem completar ou seguir a linha desta dissertação.

Seria interessante a criação de aplicações de informática com catálogos digitais de livre e fácil acesso para os profissionais. Assim seria mais fácil a atualização com novas soluções, e seria possível colocar mais variantes de cada solução.

Nessa linha de criação de catálogos, seria interessante desenvolverem catálogos análogos para outros elementos construtivos. A indústria da construção é uma indústria tradicional, que muitas vezes utiliza a mesma solução para diversas situações que poderiam ser usadas soluções melhoradas. Assim, se estiverem disponíveis mais catálogos com as diferentes soluções de cada elemento, os projetistas poderão fazer escolhas melhores para o projeto.

Referências

- Agrela, A. F. (2011). *Quantificação do Coeficiente de Transmissão térmica de vãos envidraçados*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto.
- ANFAJE. (2012). *Marcação CE*. <https://anfaje.pt/marcacao-ce/>. Data de acesso: junho de 2021.
- Caixilho PVC. (s.d.). <https://caixilhopvc.pt/>. Data de acesso: junho de 2021.
- Canvidres. (2015). *Ventanas y Puerta de PVC Correderas Oscilo Paralelas*. <http://canvidres.com/ventanas-y-puerta-de-pvc-correderas-osciloparalelas/>. Data de acesso: Junho de 2021.
- Carminati. (s.d.). *EURO 68 Wooden Windows and Doors*. <https://www.carminatiserramenti.com/lines/wooden-windows-and-doors/euro-68-wooden-windows>. Data de acesso: junho de 2021.
- Chaves, F. (2003). *Inovação na Indústria da Caixilharia*. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto.
- Climalit (2010). *Vidro de proteção contra-fogo*. https://climalit.pt/wp-content/uploads/2020/12/VIDROS_CORTA-FOGO.pdf. Data de acesso: julho de 2021.
- Cortizo. (s.d.). Catálogo Sistema COR 60 cc 16.
- Cortizo. (s.d.). <https://www.cortizo.com/pt/sistemas/ver/30/proteccao-solar-laminas.html>. Data de acesso: maio de 2021.
- Costa, I. A. (2013). *Estudo da durabilidade de caixilharias*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia do Porto.
- Decora, A. d. (2021). *Viva Decora*. <https://www.vivadecora.com.br/revista/porta-pivotante/>. Data de acesso: maio de 2021.
- Decreto-Lei n.º 118 (2013).
- Despacho n.º 15793-I (2013).
- Despacho n.º 15793-K (2013).
- Diogo, A. C. (2012). *Sistemas Envidraçados Com e Sem Proteção Solar*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.
- EN 1026:2000 - *Windows and doors - Air permeability - Test method*. Comité Europeu de Normalização.
- EN 1027:2000 - *Windows and doors - Watertightness - Test method*. Comité Europeu de Normalização.
- EN 1191:2000 - *Windows and doors - Resistance to repeated opening and closing - Test Method*. Comité Europeu de Normalização.
- EN 12207:1999 - *Windows and doors - Air permeability - Classification*. Comité Europeu de Normalização.
- EN 12208:1999 - *Windows and doors - Watertightness - Classification*. Comité Europeu de Normalização.

EN 12210:1999 - *Windows and doors - Resistance to wind load - Classification* Comité Europeu de Normalização.

EN 12211:2000 - *Windows and doors. Resistance to wind load - Test method*. Comité Europeu de Normalização.

EN 12400:2002 - *Windows and pedestrian doors - Mechanical durability - Requirements*. Comité Europeu de Normalização.

EN 12608:2003 - *Unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U) profiles for the fabrication of windows and doors*. Comité Europeu de Normalização.

EN 14351:2001 - *Windows and pedestrian doors - Product standard*. Comité Europeu de Normalização.

EN ISO 10077-1:2006 - *Thermal performance of windows, doors and shutters — Calculation of thermal transmittance — Part 1: General*. Comité Técnico ISO / TC 163.

EN ISO 10077-2:2003 - *Thermal performance of windows, doors and shutters — Calculation of thermal transmittance — Part 2: Numerical method for frames*. Comité Técnico ISO / TC 163.

EN ISO 12567-1:2011 - *Desempenho térmico de janelas e portas - Determinação da transmitância térmica pelo método da caixa quente - Parte 1: Janelas e portas completas*. Comité Técnico ISO / TC 163 / SC 1.

EN ISO 10140-2:2010- *Acoustics — Laboratory measurement of sound insulation of building elements — Part 2: Measurement of airborne sound insulation*. Comité Técnico ISO / TC 43 / SC 2.

EN ISO 717-1:2013 - *Acoustics — Rating of sound insulation in buildings and of building elements — Part 1: Airborne sound insulation*. Comité Técnico ISO / TC 43 / SC 2.

Extrusal. (2011). *Anodização*. <https://www.extrusal.pt/index.php?id=126>. Data de acesso: abril de 2021.

Extrusal. (2016). *Catálogo Sistema de Batente*.

Faustino, C. R. (2012). *Influência dos Vãos Envidraçados no Desempenho Energético*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.

Fernandes, M. C. (s.d.). *Regulamentação aplicável à Caixilharia*. Trabalho Académico, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Ferreira, T. (2004). *Arquitetura e Durabilidade - Prevenção de Anomalias na Faixa Costeira*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.

Fogaça, J. R. (s.d.). *Como o vidro é fabricado?*. <https://www.preparaenem.com/quimica/como-vidro-fabricado.htm>. Data de acesso: abril de 2021.

Gerador de preços. <http://www.geradordeprecos.info/>. Data de acesso: junho de 2021.

Gercima. https://www.gercima.com.pt/ver-produto.php?cat_port=3. Data de acesso: junho de 2021

Gomes, C. P. (2017). *Avaliação dos Custos de Ciclo de Vida de Vãos Envidraçados*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova de Lisboa.

- Gomes, J. P. (2007). *Sistemas de caixilharia de PVC : um contributo para a qualidade e sustentabilidade da construção*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.
- Gradhermetic. <http://gradhermetic.com/index.php/pt/node/3287>. Data de acesso: maio de 2021.
- Grupo Soares. <https://www.grupososoares.pt/pt/vidro/produto/6>. Data de acesso: maio de 2021.
- Guardianglass. *Tipos de vidro*. <https://www.guardianglass.com/la/pt/productos/tipo-de-vidro/vidro-temperado>. Data de acesso: maio de 2021.
- Habowski, D. (2018). *Estudo da Viabilidade da Utilização de Madeira de Reflorestamento como Material de Construção para Casas de Pequeno Porte*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Pato Branco.
- HUD. (1999). *The Rehab Guide*. Washinton: Department of Housing and Urban Development.
- Hyline. <https://hyline.com.pt/projects/>. Data de acesso: abril de 2021
- Kömmerling. (2007). *Manual da Janela. Cap 6*. <https://www.jas-janelas.com/#styles>. Data de acesso: Fevereiro de 2021.
- Le Roi de la fenetre. <https://www.leroidelafenetre.fr/notice-quincaillerie/>. Data de acesso: maio de 2021.
- Lucas, H. *Hartington Gardens Living Spaces*. <http://www.helenlucas.co.uk/project/hartington-attic-conversion-edinburgh/living-spaces/#342>. Data de acesso: maio de 2021.
- Mulpainel. (2018). *Vidro float, o que é?* <https://www.mulpainel.com.br/blog/vidro-float-o-que-e/>. Data de acesso: maio de 2021.
- NP 4517:2015 - *Especificação dos requisitos de desempenho das janelas, portas e fachadas leves com vidro em função das suas solicitações*. Comité Técnico 98.
- NP EN 14351-1: 2008 + A1: 2011 - *Janelas e portas - Norma de produto, características de desempenho*. Instituto Português da Qualidade, Lisboa.
- NP EN 410:2011 - *Vidro na construção – Determinação de características luminosas e solares dos envidraçados*. Instituto Português da Qualidade, Lisboa.
- O.A. (2001). *A Green Vitruvius: Princípios e Práticas de Projecto para uma Arquitectura*. Ordem dos Arquitetos, Lisboa.
- Pereira, J. L. (2005). *Tecnologias de aplicação de caixilharias*. Trabalho Acadêmico, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Pinto, A. (2010). *Componentes de edifícios. Aspectos de segurança e resistência mecânica do vidro*. Informação Técnica de Edifícios 52. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- Pinto, A. (2010). *Janelas e portas pedonais exteriores. Guia para a marcação CE (EN 14351-1:2006+A1:2010)*. Informação Técnica de Edifícios 56. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- Portaria n.º 349-B:2013 - *Metodologia de determinação da classe de desempenho energético para a tipologia de pré-certificados e certificados do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE)*. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia.

Portaria n.º 349-D:2013 - *Requisitos de conceção relativos à qualidade térmica da envolvente e à eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos*. Ministérios do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia e da Solidariedade, Emprego e Segurança Social.

Profiltec. <https://www.profiltec.pt/produtos/aluminio/acabamentos/>. Data de acesso: fevereiro de 2021.

Rebello, A. G. (2009). *Optimização e dimensionamento de vãos envidraçados*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro.

Regulamento (UE) n.º 305:2011 - *Condições harmonizadas para a comercialização dos produtos de construção*. Conselho da União Europeia, Parlamento Europeu.

Reis, P. (2014). *Sistema de Etiquetagem Energética de Produtos*. <https://www.portal-energia.com/sistema-de-etiquetagem-energetica-de-produtos/>. Data de acesso: maio de 2021.

RGEU:1951 - *Regulamento Geral Das Edificações Urbanas* (Decreto-lei n.º 38382, 7 de Agosto de 1951). Ministério das Obras Públicas - Gabinete do Ministro.

RRAE:2008 - *Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios* (Decreto de Lei 96/2008, de 9 de Junho de 2008). Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

RSA:1983 - *Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes* (Decreto-Lei n.º 235/83). Ministério da Habitação, Obras Públicas e Transportes.

RT SCIE: 2020 - *Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios* (Portaria n.º 135/2020 de 02 de junho). Administração interna.

Saint Gobain. (2008). *Manual do Vidro*.

Santos, A. J. (2012). *Sistema de inspecção e diagnóstico de caixilharias*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.

Silva, A. C. (2020). *Exemplos de aplicação de impressão 3D na construção*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Sirgado, J. F. (2010). *Análise do impacte dos vãos envidraçados no desempenho térmico dos edifícios*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.

SM. (2017). *Esquadrias Sá Martins*.

<https://instagram.com/esquadrias.samartins?igshid=1lts6vnyjywp5>. Data de acesso: maio de 2021.

Soudal. (2017). <https://www.youtube.com/watch?v=8OHquM06qnU>. Data de acesso: junho de 2021.

Sousa, P. P. (1999). *A Madeira Como Material de Construção*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

Tamires, A. (2017). <https://www.psdovidro.com.br/tipos-de-janelas-de-vidro/>. Data de acesso: fevereiro de 2021.

Tecmundo. (2017). *Casa impressa em 3D pode ser erguida em 24h e custa pouco mais de R\$ 30 mil*. <https://www.tecmundo.com.br/impresora-3d/114742-casa-impressa-3d-erguida-em-24h-custa-r-30-mil.htm>. Data de acesso: junho de 2021.

UEAtc. (n.º 1974) - *Directivas UEAtc para a homologação de janelas*. Union Européenne Pour L'agrément Technique Dans La Construction. LNEC, tradução 641, Lisboa.

Vasconcelos, J. D. (2017). *Desempenho acústico de soluções construtivas*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.

Venster. <https://www.venster.com.mx/blog/tag/VIDRIO+ACUSTICO>. Data de acesso: julho de 2021.

VIA. (2019). *VIA Estação Conhecimento UFSC*. <https://via.ufsc.br/inovacao-na-construcao-civil-impressao-3d/>. Data de acesso: junho de 2021.

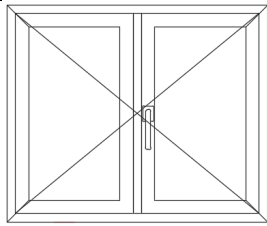
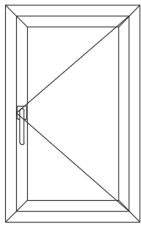
Vicente, M. J. (2012). *Tecnologia e Reabilitação de Caixilharias*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.

Vidraria Taipas. <https://www.vidrariataipas.com/pt/produtos/vidro-duplo.html>. Data de acesso: abril de 2021.

Viegas, J. C. (2006). *Componentes de edifícios. Selecção de caixilharia e seu dimensionamento mecânico*. Informação Técnica de Edifícios 51. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

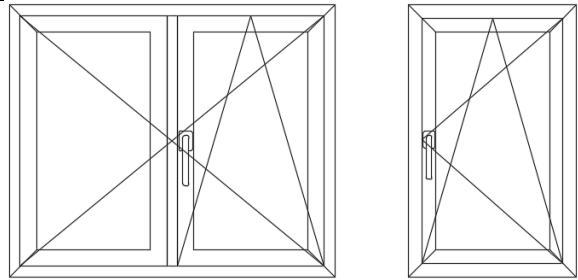
Wikimedia. (s.d.). https://commons.wikimedia.org/wiki/File:French_shutters.jpg. Data de acesso: junho de 21.

Anexo

Ficha 1		
Designação	J_A_RT_55_B	 
Material	Alumínio	
Modelo	Janela de batente de alumínio com rutura térmica, aro de 55mm.	
Espessura do enchimento	20 – 36mm	
Descrição	As janelas de batente fazem parte do sistema de abrir, têm aro em todo o perímetro e podem ser de 1 ou 2 folhas móveis. Quando de duas folhas, tem uma folha principal na qual fica a cremona e a outra folha é passiva. O movimento é realizado através de dobradiças nas laterais. Pode ter abertura para dentro ou para fora.	
Perfis	Perfis de alumínio com corte térmico de espessura nominal de 1,5mm; Aro com 55mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 65mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 88-127mm / Vista da divisão entre duas folhas 140-179mm.	
Tratamentos do caixilho: (permite tratamento interno e externo diferentes)		Anodizado: acetinado ou polido. Lacagem: Brilhante, mate ou metalizado / Lacagem tipo madeira.
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedante em EPDM.
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Tem um bom desempenho acústico e uma boa estanquidade por causa dos vedantes. Abertura de 100% do vão. Abertura interna: tem facilidade de limpeza e permite o uso de estores e proteções externas. Abertura externa: permite o uso de cortinas e não ocupa espaço interno.	
Desvantagens	Abertura interna: Não permite o uso cortinas, quando aberta ocupa espaço interno. Abertura externa: Dificuldade de limpeza, não permite proteções externas.	

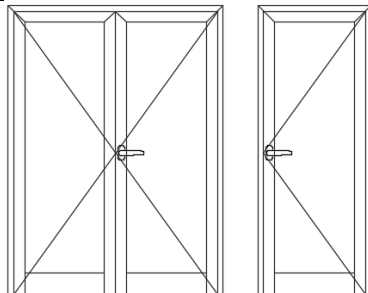
Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 390mm – Max 2700mm
Largura	Min 390mm – Max 1400mm
Peso máximo	130 kg

Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe 5B
Estanqueidade à água	Classe E1350
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coeficiente Transmissão térmica	1,35 (W/m²K)
Desempenho Acústico	35 dB

Ficha 2		
Designação	J_A_RT_55_OB	
Material	Alumínio	
Modelo	Janela oscilo-batente de alumínio com rutura térmica, aro de 55mm.	
Espessura do enchimento	20 – 36mm	
Descrição	As janelas de oscilo-batente fazem parte do sistema de abrir, têm aro em todo o perímetro e pode ser de apenas de 1 folha ou combinada com uma folha de batente. Nesses casos a folha com a cremona é sempre a que oscila e a outra é apenas de giro. O movimento é realizado através de dobradiças nas laterais e da ferragem de oscilo.	
Perfis	Perfis de alumínio com corte térmico de espessura nominal de 1,5mm; Aro com 55mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 65mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 88-127mm / Vista da divisão entre duas folhas 140-179mm.	
Tratamentos do caixilho (permite tratamento interno e externo diferentes)		Anodizado: acetinado ou polido. Lacagem: Brilhante, mate ou metalizado / Lacagem tipo madeira.
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedante em EPDM.
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Permite o uso de estores ou proteções externas. Tem um bom desempenho acústico e uma boa estanquidade por causa dos vedantes. Facilidade de limpeza. Abertura de 100% do vão ou parcial.	
Desvantagens	Não permite o uso cortinas, quando aberta ocupa espaço interno.	

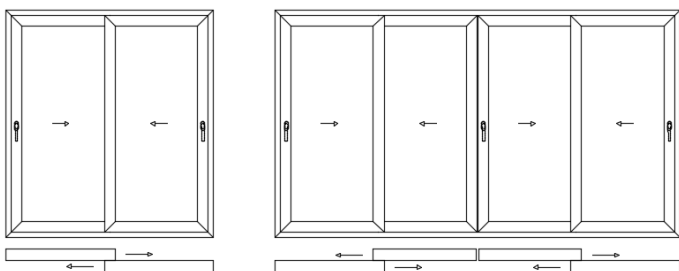
Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 390mm – Max 2700mm
Largura	Min 390mm – Max 1400mm
Peso máximo	130 kg

Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe 5B
Estanqueidade à água	Classe E1350
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coefficiente Transmissão térmica	1,35 (W/m²K)
Desempenho Acústico	35 dB

Ficha 3		
Designação	P_A_RT_70_B	
Material	Alumínio	
Modelo	Porta de batente de alumínio com rutura térmica, aro de 70mm.	
Espessura do enchimento	23 – 54mm	
Descrição	As portas de batente fazem parte do sistema de abrir, têm aro nas alturas e na largura superior, quando é porta de sacada pode ter aro inferior também, para as demais portas tem a opção de ter soleira inferior ou apenas vedação com acessórios. Podem ter 1 ou 2 folhas móveis e a abertura pode ser para dentro ou para fora. Quando de duas folhas, tem uma folha principal na qual fica a fechadura com maçaneta e cilindro e a folha passiva é travada com fecho unha. O movimento é realizado através de dobradiças nas laterais.	
Perfis	Perfis de alumínio com corte térmico de espessura nominal de 2mm; Aro com 70mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 70mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 144mm / Vista da divisão entre duas folhas 197mm.	
Tratamentos do caixilho (permite tratamento interno e externo diferentes)		Anodizado: acetinado ou polido. Lacagem: Brilhante, mate ou metalizado / Lacagem tipo madeira.
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedante em EPDM
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Abertura de 100% do vão.	
Desvantagens	A vedação inferior não é garantida e pode-se criar um obstáculo na passagem.	

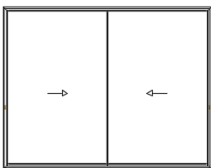
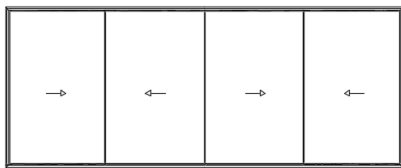
Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 2000mm – Max 3000mm
Largura	Min 650mm – Max 1800mm
Peso máximo	220 kg / 180kg (dobradiça oculta)

Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe C4
Estanqueidade à água	Classe 6A
Durabilidade Mecânica	Classe 8
Coeficiente Transmissão térmica	1,0 (W/m²K)
Desempenho Acústico	38 dB

Ficha 4		
Designação	C_A_RT_113_C_2R	
Material	Alumínio	
Modelo	Caixilho de correr de alumínio com rutura térmica, 2 trilhos com aro de 113mm.	
Espessura do enchimento	28 – 34mm	
Descrição	Os caixilhos de correr têm aro em todo o perímetro, podendo ter as ombreiras retas com um perfil de fechamento apenas no nível da folha. Os rodízios ficam nas folhas e o fechamento é feito com transmissão multiponto, tem opção de fecho de embutir. Permite o uso de mosquiteiras acrescentando um trilho exterior.	
Perfis	Perfis de alumínio com corte térmico de espessura nominal de 1,5mm; Aro de dois trilhos com 113mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 47mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 110 - 121mm / Vista união entre duas folhas 79– 86mm.	
Tratamentos do caixilho (permite tratamento interno e externo diferentes)		Anodizado: acetinado ou polido. Lacagem: Brilhante, mate ou metalizado / Lacagem tipo madeira.
Vedação entre a parte móvel e fixa		Pelúcia.
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Quando aberta não se sobressai ao vão. Pode-se usar proteções externas e internas.	
Desvantagens	Abertura de 50% do vão. Dificuldade de limpeza quando não tem acesso exterior. Quando é porta cria um obstáculo inferior.	

Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 400mm – Max 3000mm
Largura	Min 400mm – Max 3000mm
Peso máximo	300 kg

Ensaaios (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe B2
Estanqueidade à água	Classe 7A
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coeficiente Transmissão térmica	2,2 (W/m²K)
Desempenho Acústico	30 dB

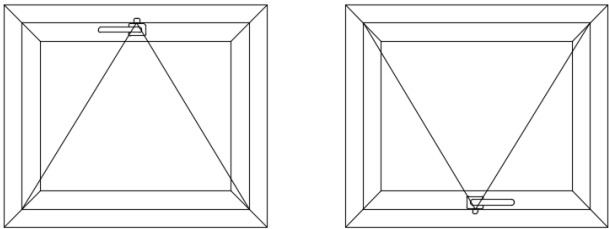
Ficha 5			
Designação	C_A_RT_158_C_2R		
Material	Alumínio		
Modelo	Caixilho de correr minimalista de alumínio com rutura térmica, 2 trilhos com aro de 158mm.		
Espessura do enchimento	38mm		
Descrição	Os caixilhos de correr minimalista tem aro em todo o perímetro, podendo ser integrado, alinhado ou visível. Os rodízios ficam no aro e o fechamento é feito com transmissão multiponto localizado no aro. O fecho pode estar localizado no aro ou embutido na parede. Permite caixilhos curvos, motorizados e com canto.		
Perfis	Perfis de alumínio com corte térmico de espessura nominal de 2mm. Aro de dois trilhos com 158mm de largura / folha com 24mm de largura sem bite; Para o aro integrado, a vista é de 18mm nas laterais e 23 nas larguras (neste caso, não se vê o aro, essa dimensão é apenas da folha visível); Para o aro visível, a vista é de 80mm nas laterais e 72mm nas larguras; Para o aro alinhado, a vista é de 18mm nas laterais e 10mm nas larguras (nesse caso já se vê o aro); a vista da união entre duas folhas 18-28mm.		
Tratamentos do caixilho (permite tratamento interno e externo diferentes)		Anodizado: acetinado ou polido. Lacagem: Brilhante, mate ou metalizado / Lacagem tipo madeira.	
Vedação entre a parte móvel e fixa		Pelúcia.	
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.	
Vantagens	Quando aberta não se sobressai ao vão. Pode-se usar proteções externas e internas. permite o uso de mosquiteiras integradas e tem muita versatilidade de composições.		
Desvantagens	Abertura de 50% do vão. Dificuldade de limpeza quando não tem acesso exterior.		

Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 400mm – Max 6000mm
Largura	Min 400mm – limitada pelo vidro*
Peso máximo	1000 kg/ml**

* O vidro tem limite de 18m², sendo que uma dimensão precisa estar limitada a 3200mm

** O limite de peso é definido por metro linear.

Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe C3
Resistência ao vento	Classe C3
Estanqueidade à água	Classe 8 ^a
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coeficiente Transmissão térmica	1,13 (W/m ² K)
Desempenho Acústico	36 dB

Ficha 6			
Designação	J_A_RT_55_Basc		
Material	Alumínio		
Modelo	Janela basculante de alumínio com rutura térmica, aro de 55mm.		
Espessura do enchimento	20 – 36mm		
Descrição	As janelas de basculante fazem parte do sistema de abrir, têm aro em todo o perímetro e podem ter abertura para dentro ou para fora. A abertura pode ser feita com dobradiças no eixo horizontal ou com compassos colocados nas alturas da janela. Podem ser motorizadas.		
Perfis	Perfis de alumínio com corte térmico de espessura nominal de 1,5mm; Aro com 55mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 65mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 88mm.		
Tratamentos do caixilho (permite tratamento interno e externo diferentes)		Anodizado: acetinado ou polido. Lacagem: Brilhante, mate ou metalizado / Lacagem tipo madeira.	
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedante em EPDM.	
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.	
Vantagens		Tem um bom desempenho acústico e uma boa estanquidade por causa dos vedantes. Tem facilidade de limpeza. É possível controlar a ventilação.	
Desvantagens		Não permite o uso de proteções externas nem internas. A abertura do vão é parcial.	

Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 390mm – Max 2700mm**
Largura	Min 390mm – Max 2500mm*
Peso máximo	70kg basculante / 120kg projetante

*Se a largura for maior que 1500 a altura é limitada em 1200.

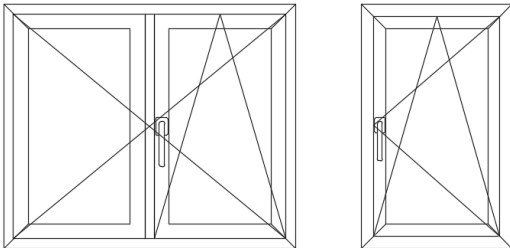
**Se altura for maior que 1200 a largura é limitada em 1500.

Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe 5B
Estanqueidade à água	Classe E1350
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coefficiente Transmissão térmica	1,35 (W/m²K)
Desempenho Acústico	35 dB

Ficha 7	
Designação	J_A_40_B
Material	Alumínio
Modelo	Janela de batente de alumínio sem rutura térmica com aro de 40mm.
Espessura do enchimento	4 – 24mm
Descrição	As janelas de batente fazem parte do sistema de abrir, têm aro em todo o perímetro e podem ser de 1 ou 2 folhas móveis. Quando de duas folhas, tem uma folha principal na qual fica a cremona e a outra folha é passiva. O movimento é realizado através de dobradiças nas laterais. Pode ter abertura para dentro ou para fora.
Perfis	Perfis de alumínio de espessura nominal de 1,5mm; Aro com 40mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 50mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 95-113mm / Vista da divisão entre duas folhas 143 – 177mm.
Tratamento do caixilho	Anodizado: acetinado ou polido. Lacagem: Brilhante, mate ou metalizado / Lacagem tipo madeira.
Vedação entre a parte móvel e fixa	Vedante em EPDM.
Fixação	Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Tem um bom desempenho acústico e uma boa estanquidade por causa dos vedantes. Abertura de 100% do vão. Abertura interna: tem facilidade de limpeza e permite o uso de estores e proteções externas. Abertura externa: permite cortinas e não ocupa espaço interno.
Desvantagens	Não tem um bom desempenho térmico devido ao coeficiente de transmissão térmica do alumínio. Abertura interna: Não permite o uso cortinas, quando aberta ocupa espaço interno. Abertura externa: Dificuldade de limpeza, não permite proteções externas.

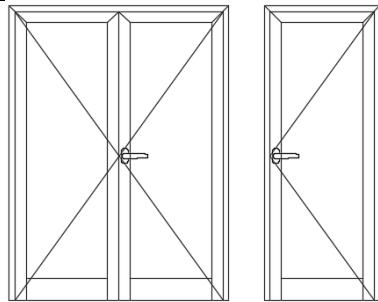
Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 390mm – Max 2700mm
Largura	Min 390mm – Max 1400mm
Peso máximo	130 kg

Ensaíos (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe 3B
Estanqueidade à água	Classe E750
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coeficiente Transmissão térmica	3,3 (W/m²K)
Desempenho Acústico	32 dB

Ficha 8		
Designação	J_A_40_OB	
Material	Alumínio	
Modelo	Janela oscilo-batente de alumínio sem rutura térmica com aro de 40mm.	
Espessura do enchimento	4 – 24mm	
Descrição	As janelas de oscilo-batente fazem parte do sistema de abrir, têm aro em todo o perímetro e pode ser de apenas de 1 folha ou combinada com uma folha de batente. Nesses casos a folha com a cremona é sempre a que oscila e a outra é apenas de giro. O movimento é realizado através de dobradiças nas laterais e da ferragem de oscilo.	
Perfis	Perfis de alumínio de espessura nominal de 1,5mm; Aro com 40mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 50mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 95-113mm / Vista da divisão entre duas folhas 143 – 177mm.	
Tratamento do caixilho		Anodizado: acetinado ou polido. Lacagem: Brilhante, mate ou metalizado / Lacagem tipo madeira.
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedante em EPDM.
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Permite o uso de estores ou proteções externas. Tem um bom desempenho acústico e uma boa estanquidade por causa dos vedantes. Facilidade de limpeza. Abertura de 100% do vão. Permite ventilação parcial.	
Desvantagens	Não permite o uso cortinas, quando aberta ocupa espaço interno. Não tem um bom desempenho térmico devido ao coeficiente de transmissão térmica do alumínio.	

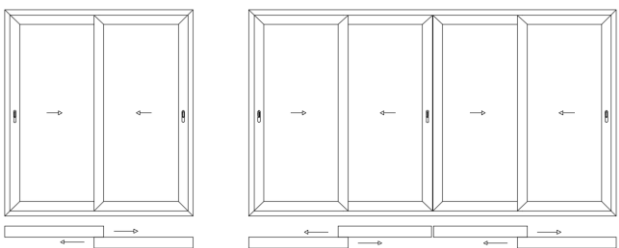
Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 390mm – Max 2700mm
Largura	Min 390mm – Max 1400mm
Peso máximo	130 kg

Ensaaios (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe 3B
Estanqueidade à água	Classe E750
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coeficiente Transmissão térmica	3,3 (W/m²K)
Desempenho Acústico	33 dB

Ficha 9		
Designação	P_A_55_B	
Material	Alumínio	
Modelo	Porta de batente de alumínio sem rutura térmica de alumínio com aro de 55mm.	
Espessura do enchimento	10 – 36mm	
Descrição	As portas de batente fazem parte do sistema de abrir, têm aro nas alturas e na largura superior, quando é porta de sacada pode ter aro inferior também, para as demais portas tem a opção de ter soleira inferior ou apenas vedação com acessórios. Podem ter 1 ou 2 folhas móveis e a abertura pode ser para dentro ou para fora. Quando de duas folhas, tem uma folha principal na qual fica a fechadura com maçaneta e cilindro e a folha passiva é travada com fecho unha. O movimento é realizado através de dobradiças nas laterais.	
Perfis	Perfis de alumínio com espessura nominal de 2mm; Aro com 55mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 55mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 168mm / Vista da divisão entre duas folhas 216mm.	
Tratamento do caixilho		Anodizado: acetinado ou polido. Lacagem: Brilhante, mate ou metalizado / Lacagem tipo madeira.
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedante em EPDM.
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Abertura de 100% do vão.	
Desvantagens	A vedação inferior não é garantida e pode-se criar um obstáculo na passagem.	

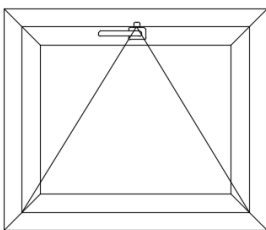
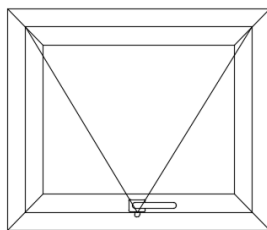
Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 1900mm – Max 3000mm
Largura	Min 600mm – Max 1200mm
Peso máximo	120 kg

Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe A3
Estanteidade à água	Classe 2A
Durabilidade Mecânica	Classe 8
Coefficiente Transmissão térmica	2,68 (W/m²K)
Desempenho Acústico	33 dB

Ficha 10		
Designação	C_A_80_C_2R	
Material	Alumínio	
Modelo	Caixilho de correr de alumínio sem rutura térmica, 2 trilhos com aro de 80mm.	
Espessura do enchimento	4 – 22mm	
Descrição	Os caixilhos de correr tem aro em todo o perímetro, as ombreiras são retas com um perfil de fechamento apenas no nível da folha. Os rodízios ficam nas folhas e o fechamento é feito fecho de embutir.	
Perfis	Perfis de alumínio com espessura nominal de 1,5mm; Aro de dois trilhos com 80mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 47mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 98mm / Vista união entre duas folhas 55mm.	
Tratamento do caixilho		Anodizado: acetinado ou polido. Lacagem: Brilhante, mate ou metalizado / Lacagem tipo madeira.
Vedação entre a parte móvel e fixa		Pelúcia.
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Quando aberta não se sobressai ao vão. Pode-se usar proteções externas e internas.	
Desvantagens	Abertura de 50% do vão. Dificuldade de limpeza quando não tem acesso exterior. Quando é porta cria um obstáculo inferior. Não tem bom isolamento acústico nem térmico.	

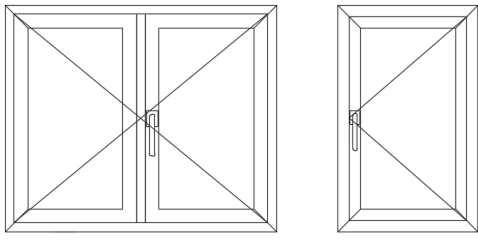
Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 300mm – Max 2300mm
Largura	Min 400mm – Max 2000mm
Peso máximo	120 kg

Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe B2
Estanteidade à água	Classe 7A
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coeficiente Transmissão térmica	3,5 (W/m²K)
Desempenho Acústico	26 dB

Ficha 11		
Designação	J_A_40_Basc	 
Material	Alumínio	
Modelo	Janela basculante de alumínio com aro de 40mm.	
Espessura do enchimento	4 – 24mm	
Descrição	As janelas de basculante fazem parte do sistema de abrir, têm aro em todo o perímetro e podem ter abertura para dentro ou para fora. A abertura pode ser feita com dobradiças no eixo horizontal ou com compassos colocados nas alturas da janela. Podem ser motorizadas.	
Perfis	Perfis de alumínio de espessura nominal de 1,5mm; Aro com 40mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 50mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 109mm.	
Tratamento do caixilho		Anodizado: acetinado ou polido. Lacagem: Brilhante, mate ou metalizado / Lacagem tipo madeira.
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedante em EPDM.
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Tem um bom desempenho acústico e uma boa estanquidade por causa dos vedantes. Tem facilidade de limpeza. É possível controlar a ventilação.	
Desvantagens	Não permite o uso de proteções externas nem internas. A abertura do vão é parcial. Não tem um bom desempenho térmico devido ao coeficiente de transmissão térmica do alumínio.	

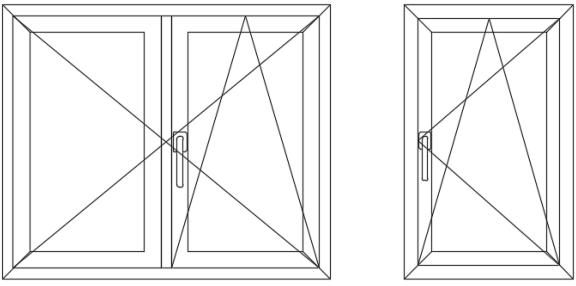
Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 390mm – Max 1400mm
Largura	Min 390mm – Max 2000mm
Peso máximo	70kg basculante / 120kg projetante

Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe 3B
Estanqueidade à água	Classe E750
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coeficiente Transmissão térmica	3,3 (W/m²K)
Desempenho Acústico	32 dB

Ficha 12		
Designação	J_AM_RT_80_B	
Material	Alumínio / Madeira	
Modelo	Janela de batente de alumínio com rutura térmica e madeira com aro de 80mm.	
Espessura do enchimento	23 – 36mm	
Descrição	As janelas de batente fazem parte do sistema de abrir, têm aro em todo o perímetro e podem ser de 1 ou 2 folhas móveis. Quando de duas folhas, tem uma folha principal na qual fica a cremona e a outra folha é passiva. O movimento é realizado através de dobradiças nas laterais. Pode ter abertura para dentro ou para fora.	
Perfis	Perfis de alumínio com corte térmico de espessura nominal de 1,7mm; Aro com 80mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 104mm de largura com bite (reto ou oval); Vista do aro perimetral: 118mm / Vista da divisão entre duas folhas 152mm.	
Tratamento do caixilho exterior:		Anodizado: acetinado ou polido. Lacagem: Brilhante, mate ou metalizado.
Tratamento do caixilho interior		Madeira maciça (verniz, pintura).
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedante em EPDM.
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Tem um bom desempenho acústico e uma boa estanquidade por causa dos vedantes. Abertura de 100% do vão. Resistência do alumínio contra as intemperes, corte térmico e estética da madeira. Abertura interna: tem facilidade de limpeza e permite o uso de estores e proteções externas. Abertura externa: permite cortinas e não ocupa espaço interno.	
Desvantagens	Abertura interna: Não permite o uso cortinas, quando aberta ocupa espaço interno. Abertura externa: Dificuldade de limpeza, não permite proteções externas.	

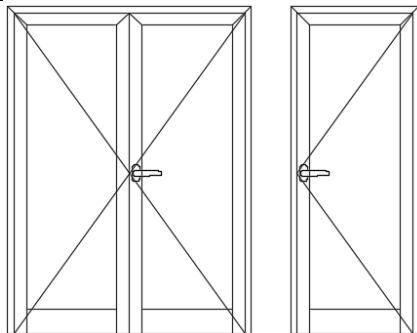
Ensaíos (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe 5C
Estanqueidade à água	Classe E900
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coefficiente Transmissão térmica	1,4 (W/m²K)
Desempenho Acústico	36 dB

Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 480mm – Max 2360mm
Largura	Min 410mm – Max 1560mm
Peso máximo	100 kg

Ficha 13		
Designação	J_AM_RT_80_OB	
Material	Alumínio / Madeira	
Modelo	Janela oscilo-batente de alumínio com rutura térmica e madeira com aro de 80mm.	
Espessura do enchimento	23 – 36mm	
Descrição	As janelas de oscilo-batente fazem parte do sistema de abrir, têm aro em todo o perímetro e pode ser de apenas de 1 folha ou combinada com uma folha de batente. Nesses casos a folha com a cremona é sempre a que oscila e a outra é apenas de giro. O movimento é realizado através de dobradiças nas laterais e da ferragem de oscilo.	
Perfis	Perfis de alumínio com corte térmico de espessura nominal de 1,7mm; Aro com 80mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 104mm de largura com bite (reto ou oval); Vista do aro perimetral: 118mm / Vista da divisão entre duas folhas 152mm.	
Tratamento do caixilho exterior:		Anodizado: acetinado ou polido. Lacagem: Brilhante, mate ou metalizado.
Tratamento do caixilho interior		Madeira maciça (verniz, pintura).
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedante em EPDM.
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Permite o uso de estores ou proteções externas. Tem um bom desempenho acústico e uma boa estanquidade por causa dos vedantes. Facilidade de limpeza. Abertura de 100% do vão. Permite ventilação parcial. Resistência do alumínio contra as intemperes, corte térmico e estética da madeira.	
Desvantagens	Não permite o uso cortinas, quando aberta ocupa espaço interno.	

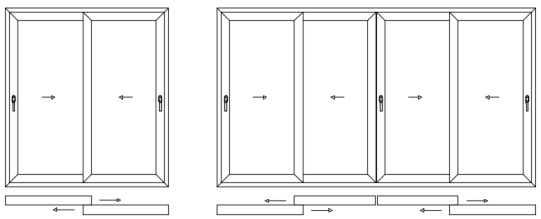
Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe 5C
Estanqueidade à água	Classe E900
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coefficiente Transmissão térmica	1,4 (W/m²K)
Desempenho Acústico	36 dB

Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 480mm – Max 2360mm
Largura	Min 410mm – Max 1560mm
Peso máximo	100 kg

Ficha 14		
Designação	P_AM_RT_80_B	
Material	Alumínio	
Modelo	Portas de batente de alumínio com rutura térmica e madeira com aro de 80mm.	
Espessura do enchimento	23 – 36mm	
Descrição	As portas de batente fazem parte do sistema de abrir, têm aro nas alturas e na largura superior, quando é porta de sacada pode ter aro inferior também, para as demais portas tem a opção de ter soleira inferior ou apenas vedação com acessórios. Podem ter 1 ou 2 folhas móveis e a abertura pode ser para dentro ou para fora. Quando de duas folhas, tem uma folha principal na qual fica a fechadura com maçaneta e cilindro e a folha passiva é travada com fecho unha. O movimento é realizado através de dobradiças nas laterais.	
Perfis	Perfis de alumínio com corte térmico de espessura nominal de 1,7mm; Aro com 80mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 104mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 136mm / Vista da divisão entre duas folhas 188mm.	
Tratamento do caixilho exterior:		Anodizado: acetinado ou polido. Lacagem: Brilhante, mate ou metalizado.
Tratamento do caixilho interior		Madeira maciça (verniz, pintura).
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedante em EPDM.
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Abertura de 100% do vão.	
Desvantagens	A vedação inferior não é garantida e pode-se criar um obstáculo na passagem.	

Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe 5C
Estanqueidade à água	Classe E900
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coeficiente Transmissão térmica	1,4 (W/m²K)
Desempenho Acústico	36 dB

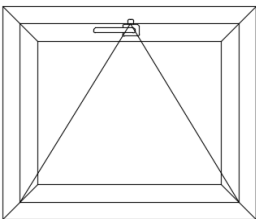
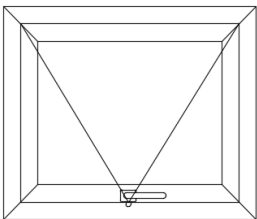
Dimensões Folha móvel	
Altura	Mín 1900mm – Max 2900mm
Largura	Mín 600mm – Max 1200mm
Peso máximo	150 kg

Ficha 15			
Designação	C_AM_RT_80_C_2R		
Material	Alumínio / Madeira		
Modelo	Caixilho de correr de alumínio com rutura térmica e madeira, 2 trilhos com aro de 80mm.		
Espessura do enchimento	16 – 23 mm		
Descrição	Os caixilhos de correr tem aro em todo o perímetro, podendo ter as ombreiras retas com um perfil de fechamento apenas no nível da folha. Os rodízios ficam nas folhas e o fechamento é feito com transmissão multiponto, tem opção de fecho de embutir.		
Perfis	Perfis de alumínio de espessura nominal de 1,7mm; Aro com 87mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 53mm de largura; Vista do aro perimetral: 133mm / Vista da união entre duas folhas 100mm.		
Tratamento do caixilho exterior:		Anodizado: acetinado ou polido. Lacagem: Brilhante, mate ou metalizado.	
Tratamento do caixilho interior		Madeira maciça (verniz, pintura).	
Vedação entre a parte móvel e fixa		Pelúcia.	
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.	
Vantagens	Resistência do alumínio contra as intemperes, corte térmico e estética da madeira. Quando aberta não se sobressai ao vão. Pode-se usar proteções externas e internas.		
Desvantagens	Abertura de 50% do vão. Dificuldade de limpeza quando não tem acesso exterior. Quando é porta cria um obstáculo inferior.		

Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 700mm – Max 2800mm
Largura	Min 350mm – Max 280mm
Peso máximo	150 kg

Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	*
Resistência ao vento	*
Estanqueidade à água	*
Durabilidade Mecânica	*
Coefficiente Transmissão térmica	*
Desempenho Acústico	*

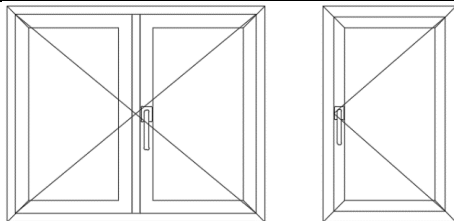
*Não foi possível encontrar os dados da Marcação CE para o caixilho em questão.

Ficha 16		
Designação	J_AM_RT_80_Basc	 
Material	Alumínio / Madeira	
Modelo	Janela basculante de alumínio e madeira com aro de 80mm.	
Espessura do enchimento	23 – 36mm	
Descrição	As janelas de basculante fazem parte do sistema de abrir, têm aro em todo o perímetro e podem ter abertura para dentro ou para fora. A abertura pode ser feita com dobradiças no eixo horizontal ou com compassos colocados nas alturas da janela. Podem ser motorizadas.	
Perfis	Perfis de alumínio com corte térmico de espessura nominal de 1,7mm; Aro com 80mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 104mm de largura com bite (reto ou oval); Vista do aro perimetral: 118mm / Vista da divisão entre duas folhas 152mm.	
Tratamento do caixilho exterior:		Anodizado: acetinado ou polido. Lacagem: Brilhante, mate ou metalizado.
Tratamento do caixilho interior		Madeira maciça (verniz, pintura).
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedante em EPDM.
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Tem um bom desempenho acústico e uma boa estanquidade por causa dos vedantes. Tem facilidade de limpeza. É possível controlar a ventilação. Resistência do alumínio contra as intemperes, corte térmico e estética da madeira.	
Desvantagens	Não permite o uso de proteções externas nem internas. A abertura do vão é parcial.	

Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 480mm – Max 1560mm
Largura	Min 410mm – Max 1560mm
Peso máximo	100 kg

Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe 5C
Estanqueidade à água	Classe E900
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coeficiente Transmissão térmica	1,4 (W/m²K)
Desempenho Acústico	36 dB

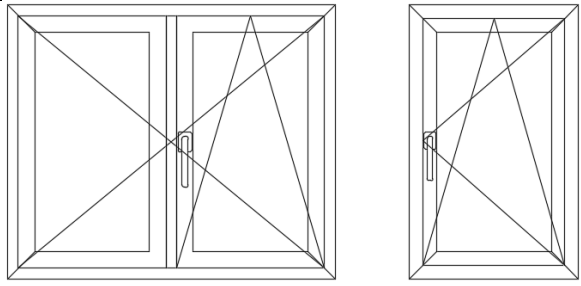
Ficha 17

Designação	J_M_68_B	
Material	Madeira	
Modelo	Janela de batente de madeira com aro de 68mm.	
Espessura do enchimento	24 – 40mm	
Descrição	As janelas de batente fazem parte do sistema de abrir, têm aro em todo o perímetro e podem ser de 1 ou 2 folhas móveis. Quando de duas folhas, tem uma folha principal na qual fica a cremona e a outra folha é passiva. O movimento é realizado através de dobradiças nas laterais. Pode ter abertura para dentro ou para fora.	
Perfis	Perfis de madeira laminada com três camadas; Aro com 68mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 68mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 119mm / Vista da divisão entre duas folhas 134mm.	
Tratamento do caixilho		Verniz ou pintura.
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedações Q-LON.
Fixação	Pode ser feita com contramarco, pré-aros ou aparafusado direto no vão.	
Vantagens	Boa solução para reabilitação. Abertura de 100% do vão. Abertura interna: tem facilidade de limpeza e permite o uso de estores e proteções externas. Abertura externa: permite cortinas e não ocupa espaço interno.	
Desvantagens	Precisa de mais manutenção. Abertura interna: Não permite o uso cortinas, quando aberta ocupa espaço interno. Abertura externa: Dificuldade de limpeza, não permite proteções externas.	

Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 500mm – Max 1900mm
Largura	Min 500mm – Max 1500mm
Peso máximo	130 kg

Ensaaios (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe 5
Estanqueidade à água	Classe E1200
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coeficiente Transmissão térmica	1,31-1,42 (W/m²K) *
Desempenho Acústico	35 dB

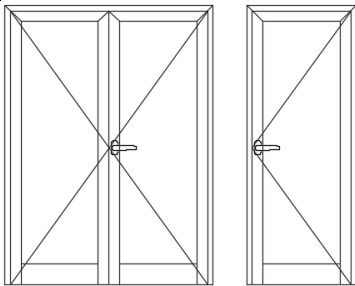
*O coeficiente de transmissão térmica varia de acordo com a madeira, mas os ensaios são divididos em dois grupos, madeira dura (densidade≈700kg/m³) e madeira macia (densidade≈500kg/m³).

Ficha 18		
Designação	J_M_68_OB	
Material	Madeira	
Modelo	Janela oscilo-batente de madeira com aro de 68mm.	
Espessura do enchimento	24 – 40mm	
Descrição	As janelas de oscilo-batente fazem parte do sistema de abrir, têm aro em todo o perímetro e pode ser de apenas de 1 folha ou combinada com uma folha de batente. Nesses casos a folha com a cremona é sempre a que oscila e a outra é apenas de giro. O movimento é realizado através de dobradiças nas laterais e da ferragem de oscilo.	
Perfis	Perfis de madeira laminada com três camadas; Aro com 68mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 68mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 119mm / Vista da divisão entre duas folhas 134mm.	
Tratamento do caixilho		Verniz ou pintura.
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedações Q-LON.
Fixação	Pode ser feita com contramarco, pré-aros ou aparafusado direto no vão.	
Vantagens	Permite o uso de estores ou proteções externas. Facilidade de limpeza. Abertura de 100% do vão. Permite ventilação parcial. Boa solução para reabilitação.	
Desvantagens	Não permite o uso cortinas, quando aberta ocupa espaço interno. Tem limitações de tamanho. Precisa de mais manutenção.	

Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 500mm – Max 1900mm
Largura	Min 500mm – Max 1500mm
Peso máximo	130 kg

Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe 5
Estanqueidade à água	Classe E1200
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coefficiente Transmissão térmica	1,31-1,42 (W/m²K) *
Desempenho Acústico	35 dB

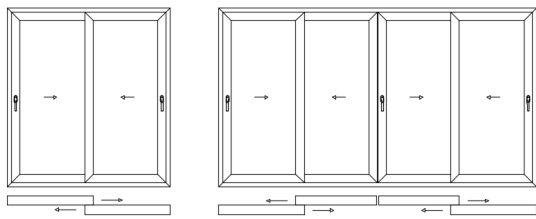
*O coeficiente de transmissão térmica varia de acordo com a madeira, mas os ensaios são divididos em dois grupos, madeira dura (densidade~700kg/m³) e madeira macia (densidade~500kg/m³).

Ficha 19		
Designação	P_M_74_B	
Material	Madeira	
Modelo	Porta de batente de madeira com aro de 74mm.	
Espessura do enchimento	24 – 40mm	
Descrição	As portas de batente fazem parte do sistema de abrir, têm aro nas alturas e na largura superior, quando é porta de sacada pode ter aro inferior também, para as demais portas tem a opção de ter soleira inferior. Podem ter 1 ou 2 folhas móveis e a abertura pode ser para dentro ou para fora. Quando de duas folhas, tem uma folha principal na qual fica a fechadura com maçaneta e cilindro e a folha passiva é travada com fecho unha. O movimento é realizado através de dobradiças nas laterais.	
Perfis	Perfis de madeira laminada com três camadas; Aro com 74mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 56mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 154mm / Vista da divisão entre duas folhas 186mm.	
Tratamento do caixilho		Verniz ou pintura.
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedações Q-LON.
Fixação		Pode ser feita com contramarco, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Abertura de 100% do vão. Boa opção para reabilitação.	
Desvantagens	A vedação inferior não é garantida ou pode-se criar um obstáculo na passagem. Precisa de mais manutenção.	

Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 1900mm – Max 2800mm
Largura	Min 600mm – Max 1500mm
Peso máximo	150 kg

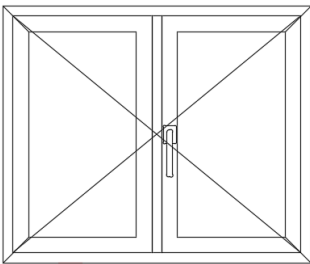
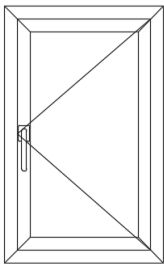
Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe 5
Estanteidade à água	Classe E1200
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coefficiente Transmissão térmica	1,31-1,42 (W/m²K) *
Desempenho Acústico	35 dB

*O coeficiente de transmissão térmica varia de acordo com a madeira, mas os ensaios são divididos em dois grupos, madeira dura (densidade≈700kg/m³) e madeira macia (densidade≈500kg/m³).

Ficha 20		
Designação	C_M_165_C_2R	
Material	Madeira	
Modelo	Caixilho de correr de madeira, 2 trilhos com aro de 165mm.	
Espessura do enchimento	24 – 40mm	
Descrição	Os caixilhos de correr tem aro em todo o perímetro, podendo ter as ombreiras retas com um perfil de fechamento apenas no nível da folha. Os rodízios ficam nas folhas e o fechamento é feito com transmissão multiponto, tem opção de fecho de embutir.	
Perfis	Perfis de madeira laminada com três camadas; Aro com 165mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 56mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 160mm / Vista da união entre duas folhas 102mm.	
Tratamento do caixilho		Verniz ou pintura.
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedações Q-LON / pelúcias.
Fixação		Pode ser feita com contramarco, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Boa solução para reabilitação. Quando aberta não se sobressai o vão. Pode-se usar proteções externas e internas.	
Desvantagens	Abertura de 50% do vão. Dificuldade de limpeza quando não tem acesso exterior. Quando é porta cria um obstáculo inferior.	

Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 500mm – Max 2800mm
Largura	Min 500mm – Max 1500mm
Peso máximo	150kg

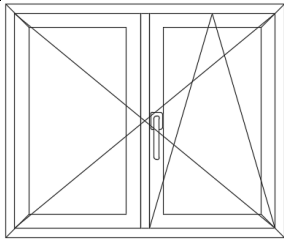
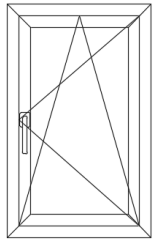
Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe 7A
Estanqueidade à água	Classe C5
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coefficiente Transmissão térmica	1,4 (W/m²K)
Desempenho Acústico	30 dB

Ficha 21		
Designação	J_ PVC_70_B	 
Material	PVC	
Modelo	Janela de batente de PVC com aro de 70mm.	
Espessura do enchimento	5 – 41mm	
Descrição	As janelas de batente fazem parte do sistema de abrir, têm aro em todo o perímetro e podem ser de 1 ou 2 folhas móveis. Quando de duas folhas, tem uma folha principal na qual fica a cremona e a outra folha é passiva. O movimento é realizado através de dobradiças nas laterais. Pode ter abertura para dentro ou para fora.	
Perfis	Perfis de PVC com 5 câmaras e espessura de 2,8mm e possibilidade de reforço de aço; Aro com 70mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 70mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 98 - 130mm / Vista da divisão entre duas folhas 164 - 192mm.	
Tratamento do caixilho		Película com cor RAL e madeira.
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedante em EPDM.
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Tem uma boa estanquidade por causa dos vedantes. Abertura de 100% do vão. Excelente isolamento térmico e acústico. Abertura interna: tem facilidade de limpeza e permite o uso de estores e proteções externas. Abertura externa: permite cortinas e não ocupa espaço interno.	
Desvantagens	Abertura interna: Não permite o uso cortinas, quando aberta ocupa espaço interno. Abertura externa: Dificuldade de limpeza, não permite proteções externas.	

Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 600mm – Max 2600mm
Largura	Min 500mm – Max 1000mm*
Peso máximo	100 kg

* A largura da folha não pode ser superior a 25% da altura

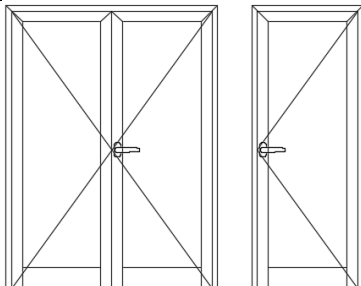
Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe C5
Estanqueidade à água	Classe E1050
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coeficiente Transmissão térmica	1,3 (W/m²K)
Desempenho Acústico	46 dB

Ficha 22		
Designação	J_PVC_70_OB	 
Material	PVC	
Modelo	Janela oscilo batente de PVC com aro de 70 mm.	
Espessura do enchimento	10 – 41mm	
Descrição	As janelas de oscilo-batente fazem parte do sistema de abrir, têm aro em todo o perímetro e pode ser de apenas de 1 folha ou combinada com uma folha de batente. Nesses casos a folha com a cremona é sempre a que oscila e a outra é apenas de giro. O movimento é realizado através de dobradiças nas laterais e da ferragem de oscilo.	
Perfis	Perfis de PVC com 5 câmaras e espessura de 2,8mm e possibilidade de reforço de aço; Aro com 70mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 70mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 98 - 130mm / Vista da divisão entre duas folhas 164 - 192mm.	
Tratamento do caixilho		Película com cor RAL e madeira.
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedante em EPDM.
Fixação	Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.	
Vantagens	Permite o uso de estores ou proteções externas. Tem uma boa estanquidade por causa dos vedantes. Facilidade de limpeza. Abertura de 100% do vão. Permite ventilação parcial. Excelente isolamento térmico e acústico.	
Desvantagens	Não permite o uso cortinas, quando aberta ocupa espaço interno. Tem limitações de tamanho, não tem um bom desempenho térmico devido ao coeficiente de transmissão térmica do alumínio.	

Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 600mm – Max 2200mm
Largura	Min 500mm – Max 1000mm*
Peso máximo	100 kg

* A largura da folha não pode ser superior a 25% da altura

Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe C5
Estanqueidade à água	Classe E1050
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coeficiente Transmissão térmica	1,3 (W/m²K)
Desempenho Acústico	46 dB

Ficha 23		
Designação	P_PVC_84_B	
Material	PVC	
Modelo	Porta de batente de PVC com aro de 84mm.	
Espessura do enchimento	12 – 56mm	
Descrição	As portas de batente fazem parte do sistema de abrir, têm aro nas alturas e na largura superior, quando é porta de sacada pode ter aro inferior também, para as demais portas tem a opção de ter soleira inferior ou apenas vedação com acessórios. Podem ter 1 ou 2 folhas móveis e a abertura pode ser para dentro ou para fora. Quando de duas folhas, tem uma folha principal na qual fica a fechadura com maçaneta e cilindro e a folha passiva é travada com fecho unha. O movimento é realizado através de dobradiças nas laterais.	
Perfis	Perfis de PVC com 5 câmaras e espessura de 2,8mm e possibilidade de reforço de aço; Aro com 84mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 84mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 130mm / Vista da divisão entre duas folhas: 192mm.	
Tratamento do caixilho		Película com cor RAL e madeira.
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedante em EPDM.
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Abertura de 100% do vão.	
Desvantagens	A vedação inferior não é garantida e pode-se criar um obstáculo na passagem.	

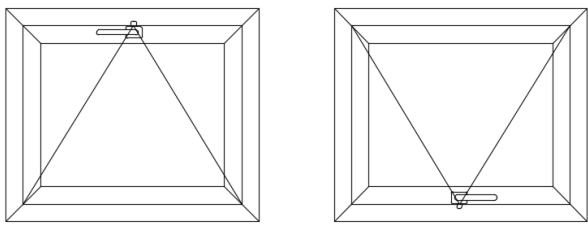
Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 600mm – Max 2500mm
Largura	Min 700mm – Max 1300mm
Peso máximo	160 kg

Ensaio (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe C5
Estanqueidade à água	Classe E1500
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coefficiente Transmissão térmica	0,79 (W/m²K)
Desempenho Acústico	46 dB

Ficha 24	
Designação	C_PVC_70_C_2R
Material	PVC
Modelo	Caixilho de correr de PVC, 2 trilhos com aro de 70mm.
Espessura do enchimento	5 – 26mm
Descrição	Os caixilhos de correr tem aro em todo o perímetro. Os rodízios ficam nas folhas e o fechamento é feito com transmissão multiponto, tem opção de fecho de embutir.
Perfis	Perfis de PVC com 5 câmaras e espessura de 2,8mm e possibilidade de reforço de aço; Aro com 70mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 46mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 131mm / Vista na união entre duas folhas: 89mm.
Tratamento do caixilho	Película com cor RAL e madeira.
Vedação entre a parte móvel e fixa	Pelúcia.
Fixação	Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Bom isolamento térmico e acústico. Quando aberta não se sobressai o vão. Pode-se usar proteções externas e internas.
Desvantagens	Abertura de 50% do vão. Dificuldade de limpeza quando não tem acesso exterior. Quando é porta cria um obstáculo inferior.

Dimensões Folha móvel	
Altura	Min 500mm – Max 2400mm
Largura	Min 700mm – Max 1600mm
Peso máximo	140 kg

Ensaaios (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe C5
Estanqueidade à água	Classe 7A
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coeficiente Transmissão térmica	1,3 (W/m²K)
Desempenho Acústico	38 dB

Ficha 25		
Designação	J_PVC_70_Basc	
Material	PVC	
Modelo	Janela de basculante de PVC com aro de 70mm.	
Espessura do enchimento	5 – 41mm	
Descrição	As janelas de basculante fazem parte do sistema de abrir, têm aro em todo o perímetro e podem ter abertura para dentro ou para fora. A abertura pode ser feita com dobradiças no eixo horizontal ou com compassos colocados nas alturas da janela. Podem ser motorizadas.	
Perfis	Perfis de PVC com 5 câmaras e espessura de 2,8mm e possibilidade de reforço de aço; Aro com 70mm de largura para ser fixado no vão / Folha com 70mm de largura com bite; Vista do aro perimetral: 98 - 130mm.	
Tratamento do caixilho		Película com cor RAL e madeira.
Vedação entre a parte móvel e fixa		Vedante em EPDM.
Fixação		Pode ser feita com contramarco, suportes de fixação, pré-aros ou aparafusado direto no vão.
Vantagens	Tem uma boa estanquidade por causa dos vedantes. Excelente isolamento térmico e acústico. Facilidade de limpeza. É possível controlar a ventilação.	
Desvantagens	Não permite o uso de proteções externas nem internas. A abertura do vão é parcial.	

Dimensões Folha móvel	
Altura	Mín 400mm – Max 1100mm
Largura	Mín 400mm – Max 2000mm
Peso máximo	100 kg

Ensaaios (Marcação CE)	
Permeabilidade ao Ar	Classe 4
Resistência ao vento	Classe C5
Estanqueidade à água	Classe E1050
Durabilidade Mecânica	Classe 2
Coefficiente Transmissão térmica	1,3 (W/m²K)
Desempenho Acústico	46 dB