

Tiago Jorge Fernandes Correia de Araújo Pereira

Desenvolvimento de um Sistema de Batente de
Caixilharia em Alumínio com Rotura Térmica

Tese de Mestrado

Mestrado em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

Professora Doutora Cristina Maria Nogueira Romão

Professor Doutor Serafim Paulo Melo de Oliveira



Resumo

A atual conjuntura, aos mais variados níveis, quer nacional quer internacional, tem levado empresas das mais variadas áreas a procurar novas formas de se manterem competitivas e eficientes.

Este projeto, inserido no contexto de uma empresa distribuidora de perfis de alumínio para caixilharia, a ALEDI – Comércio de Alumínios, Lda., pretende desenvolver a partir de um dos vários produtos existentes, um novo sistema de batente de caixilharia em alumínio com rotura térmica que esteja ao nível dos mais recentes avanços e exigências do setor, ao mesmo tempo que permita à empresa consolidar a sua atual posição no mercado e dispor, pela primeira vez, de um produto exclusivo. O aumento da oferta por parte da concorrência, de sistemas cada vez mais variados em termos de medidas de largura, obriga à redução dos incrementos entre as medidas dos produtos existentes. Assim, não interessa desenvolver apenas mais um sistema semelhante aos existentes, mas sim desenvolver um sistema que ocupe uma posição específica no mercado.

O trabalho é iniciado pela pesquisa dos produtos já existentes no mercado, avaliando os condicionamentos das leis e regulamentos e dos processos de fabrico disponíveis, de forma a obter a estrutura base e a lista de pontos críticos a abordar no desenvolvimento do sistema.

A pesquisa é complementada com a abordagem aos departamentos técnico e comercial da empresa, sob o escrutínio da gerência desta, para confirmar e delinear quais os pontos críticos que necessitam de melhoria ou alteração no projeto do novo sistema. É assim definido que o desenho dos novos perfis será focado na melhoria do canal de drenagem, de forma a prevenir eventuais infiltrações e a corrigir problemas já evidenciados nos atuais sistemas.

O projeto é tornado prático através do esboço e posterior desenho técnico dos novos perfis e da análise de compatibilidade com as tipologias pretendidas, ferragens existentes padronizadas e já certificadas e com os métodos de montagem disponíveis por parte dos clientes da empresa. É assim decidido que a criação dos novos perfis se deve então basear no sistema mais vendido pela empresa, a partir do qual se irá desenvolver um novo com maior largura de base.

O aumento da medida de largura do sistema permite, para além da total remodelação dos canais de drenagem, um aumento da medida das caixas de esquadro de aperto e da largura destes, ação que permite fortalecer as uniões das esquadrias. É também consequência do dito aumento de largura dos perfis, a necessidade da utilização de outro formato de poliamida e de vedação central.

Concluído e aprovado internamente o desenho final dos perfis necessários é realizado, externamente, pela empresa de extrusão o desenvolvimento e produção das matrizes. Estas permitem obter, na forma de barras de alumínio, os perfis desenvolvidos

que são depois sujeitas a análise e verificação das suas cotas por comparação com os desenhos técnicos dos mesmos.

A lacagem e cravação dos perfis, e a sua posterior montagem com os acessórios e ferragens existentes, permitem verificar a correta funcionalidade e compatibilidade dos perfis, levando o projeto à sua conclusão e à obtenção de um novo sistema.

Palavras-chave

Caixilharia, sistema de batente, alumínio, rotura térmica, extrusão, perfis.

Abstract

The current situation, at the most varied levels, both nationally and internationally, has led companies from the most varied areas to look for new ways to remain competitive and efficient.

This project, within the context of a company that distributes aluminum profiles for frames, ALEDI – Comércio de Alumínios, Lda., intends to develop from one of the several existing products, a new aluminum casement window system with thermal break that is in line with the latest advances and demands of the sector, while allowing the company to consolidate its current position in the market and have, for the first time, an exclusive product. The increase in the offer, on the part of the competition, of systems that are increasingly varied in terms of width measurements, forces the reduction of increments between the measurements of existing products. Thus, it is not just about developing a system similar to the existing ones, but rather to develop a system that occupies a specific position in the market.

The work begins with researching products already on the market, evaluating the conditionings of laws and regulations and the available manufacturing processes, to obtain the basic structure and the list of critical points to be addressed in the development of the system.

The survey is complemented with an approach to the company's technical and commercial departments, under the scrutiny of its management, to confirm and outline which critical points need improvement or change in the new system design. It is consequently defined that the design of the new profiles will be focused on improving the drainage channel in order to prevent possible water infiltrations and correct problems already evident in the current systems.

The project is made practical through the sketch and subsequent technical drawing of the new profiles and analysis of compatibility with the intended types of windows, existing standardized and certified hardware accessories and with the assembly methods available to the company's customers. It is therefore decided that the creation of the new profiles should then be based on the most sold system by the company, from which a new one with greater base width will be developed.

The increase in the width of the system allows, in addition to the total remodeling of the drainage channels, an increase in the measurement of the tightening joint boxes and their width, an action that makes it possible to strengthen the joints of the window frames. It is also a consequence of the said increase in the width of the profiles, the need to use another polyamide format and a new central seal.

Once the final design of the necessary profiles is concluded and internally approved, the development and production of the dies is carried out externally by the extrusion company. These make it possible to obtain, in the form of aluminum bars, the developed profiles, which are then subject to analysis and verification of their dimensions by comparison with their technical drawings.

The lacquering and mechanical crimping of the profiles, and their subsequent assembly with the existing hardware accessories, make it possible to verify the correct functionality and compatibility of the profiles, taking the project to its conclusion and obtaining a new system.

Keywords

Window frames, casement windows, aluminum, thermal break, extrusion, profiles.

Agradecimentos

Quero deixar o meu profundo agradecimento a todos aqueles que, estando perto ou longe, e mesmo atravessando períodos complicados, não deixaram de demonstrar o seu apoio e incentivo ao longo do meu percurso académico.

Agradeço à Professora Doutora Cristina Maria Nogueira Romão e ao Professor Doutor Serafim Paulo Melo de Oliveira a indispensável orientação que me foi providenciada ao longo deste projeto.

Agradeço à empresa ALEDI e particularmente ao Doutor Sandro Jesus Gomes Santos pelo apoio dentro e fora do local de trabalho onde tudo se desenvolveu.

Agradeço aos meus familiares, especialmente à minha tia-avó pela companhia no meu estudo e ao meu pai pela sua presença, ainda que distante.

Agradeço aos verdadeiros amigos que me acompanharam ao longo deste percurso.

E por fim, agradeço à minha companheira, Marta Filipa Antunes de Oliveira pelo seu incentivo em ultrapassar os obstáculos que foram surgindo.

Obrigado.

Índice Geral

Resumo.....	iii
Palavras-chave.....	iv
Abstract	v
Keywords.....	vi
Agradecimentos	vii
Índice Geral	ix
Índice de Figuras	xi
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 A área	3
1.3 A janela.....	4
1.4 A Extrusão de Alumínio	5
1.5 Objetivos	5
1.6 A Empresa	6
1.7 Procedimentos	7
2. O sistema de caixilharia atual.....	9
2.1 Os perfis base	11
2.2 Pontos fundamentais dos perfis	12
2.3 Perfis a manipular	18
2.4 A dimensão do sistema	20
2.5 O canal de drenagem	21
3. Desenvolvimento do novo sistema	25
3.1 Desenvolvimento do aro fixo base.....	25
3.1.1 Aplicação aos restantes aros fixos	36
3.2 Desenvolvimento do aro móvel base.....	40
3.2.1 Desenvolvimento dos restantes aros móveis	53
3.3 Desenvolvimento do Inversor	59
4. Resultados	63
5. Conclusão	69
Referências.....	71
Anexo A	I
Anexo B	II

Índice de Figuras

Figura 1 - Tipo de perfis utilizados em portas e janelas (Pinto, 2011).	1
Figura 2 - Tipo de movimento das portas e janelas (Pinto, 2011).	2
Figura 3 – Composição química (em cima) e propriedades mecânicas (em baixo) da liga EN AW 6060 (ALUMINCO, sem data).	3
Figura 4 – Representação do sistema DOMO 67RT (fonte: INDALSU).	9
Figura 5 - Vista interior de um caixilho de uma folha de batente e indicação do corte A-A.	10
Figura 6 - Vista em corte (A-A) e legendada dos perfis da DOMO 67RT (fonte: INDALSU).	11
Figura 7 – Pormenores primários dos perfis.	12
Figura 8 - Encaixes para poliamidas.	13
Figura 9 - Encaixe para bite.	14
Figura 10 - Canais de ferragem.	15
Figura 11 - Pormenores construtivos secundários dos perfis.	16
Figura 12 – Zonas limite de contacto entre perfis.	17
Figura 13 - Distinção dos semi-perfis exteriores dos interiores.....	18
Figura 14 - Semi-perfis, bites e poliamidas a manter inalterados.....	19
Figura 15 – Medida (em mm) da largura da base do sistema DOMO 67RT (fonte: INDALSU). ..	20
Figura 16 - Esquema de infiltrações possíveis pelo exterior (representado pelas linhas/setas a tracejado).	21
Figura 17 - Infiltração de água observada nos perfis (representado pelas linhas/setas a tracejado) e respetiva cota de saturação.....	22
Figura 18 - Detalhe do canal de drenagem do aro fixo (a vermelho o rasgo de drenagem e a azul a representação da secção do canal de frenagem).	23
Figura 19 - Perfil de aro fixo Domo 67RT da INDALSU.	25
Figura 20 - Esboço 1 (em cima) comparado com o perfil já existente (em baixo).	26
Figura 21 - Esboço 2 (em cima) comparado com o perfil já existente (em baixo).	27
Figura 22 - Esboço 3 (em cima) comparado com o perfil já existente (em baixo).	28
Figura 23 - Pormenor da cota de drenagem provisória do esboço 3.....	29
Figura 24 - Medidas da atual caixa de esquadro e de uma opção de maior dimensão.	30
Figura 25 - Aumento da largura do aro fixo afastando a parede exterior (esquerda).	31
Figura 26 - Uniformização dos apoios do perfil.	32
Figura 27 - Alterações à base do perfil e à medida da caixa do esquadro de alinhamento.	33
Figura 28 - Conclusão da caixa para esquadro 0460.	34
Figura 29 - Conclusão do canal de drenagem.	35
Figura 30 - Aro fixo final base (28 mm) de 72 mm.	36
Figura 31 - Aro fixo médio (33 mm).	37
Figura 32 - Aro fixo com clip exterior.	38
Figura 33 - Aro fixo alto (39,7 mm).	39
Figura 34 - Esquema do aro móvel de janela DOMO 67RTe indicação da possível origem das infiltrações (seta a tracejado).....	40
Figura 35 - Aumento da largura do aro móvel.	41
Figura 36 - Adaptação da caixa de esquadro e introdução de saliência para gotejamento.	42
Figura 37 – Aplicação no aro móvel da caixa de vedante do aro fixo e uniformização e reposicionamento da caixa do esquadro de alinhamento.....	43
Figura 38 - Finalização da parte superior do semi-perfil.....	44
Figura 39 – Aro móvel de janela de linha direita provisório.	45

Figura 40 - Pormenor do ponto de contacto da poliamida com a vedação central, mantendo a poliamida e o vedante originais.	46
Figura 41 – Traçado do raio de abertura mínimo.	47
Figura 42 - Pormenor da zona de contacto da figura 41.....	48
Figura 43 - Proposta de nova poliamida com caixa de ar (fonte: ENSINGER PLASTICS).	49
Figura 44 - Proposta de novo vedante central com caixas de ar (fonte: PERVEDANT).....	49
Figura 45 - Proposta de vedante central e poliamida aplicados nos respetivos perfis.....	50
Figura 46 - Traçado do raio de abertura mínimo.	51
Figura 47 - Pormenor do ponto de contacto da figura 46.	52
Figura 48 - Perfil de aro móvel de janela de linha direita final.	53
Figura 49 - Aro móvel de janela, linha curva.....	54
Figura 50 - Aro móvel médio, linha direita.....	55
Figura 51 - Aro móvel médio, linha curva.	56
Figura 52 - Aro móvel de porta, linha direita.	57
Figura 53 - Aro móvel de porta, linha curva.....	58
Figura 54 - Vista de um caixilho de duas folhas de batente - corte B-B.....	59
Figura 55 - Desenvolvimento do perfil inversor.....	60
Figura 56 – Vista de um caixilho de duas folhas de batente - corte B-B.....	61
Figura 57 - Esquema do inversor em relação aos aros móveis – corte B-B.	61
Figura 58 – Amostra (à esquerda) e desenho técnico final (à direita) do semi-perfil exterior de aro fixo médio.	64
Figura 59 - Amostra (à esquerda) e desenho técnico final (à direita) do semi-perfil exterior de aro móvel de janela, linha direita.	65
Figura 60 – Amostra (à esquerda) e desenho técnico (à direita) dos perfis cravado de aro fixo e móvel com os respetivos vedantes.	66
Figura 61 - Montagem legendada dos perfis de aro fixo médio e aro móvel de janela de linha direita com os respetivos vedantes e poliamidas.	66

1. Introdução

1.1 Enquadramento

O setor dos edifícios é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% da energia final na Europa e cerca de 30% para o caso de Portugal (DGEG - Direção-Geral de Energia e Geologia, 2019). Geralmente, o consumo provém de duas condições: o uso intensivo de instalações (aquecimento e arrefecimento, iluminação, equipamentos, etc.) e o comportamento extremamente dissipativo do edifício (edifícios sem isolamento térmico e ou sem inércia térmica) (Jardim, 2009).

Cada vez mais, na construção moderna, assistimos à substituição de materiais opacos por outros que permitem aliar o aspeto arquitetónico à entrada de luz natural (Correia dos Santos, 2012). A caixilharia é então o componente que permite transitar das paredes para o envidraçado, sem descurar a elevada exigência energética imposta nos dias de hoje, alcançada apenas com os materiais mais eficientes como o alumínio com corte térmico e o PVC (policloreto de vinil) (Leal Diogo, 2017).

Em Portugal perto de 80% das janelas são construídas recorrendo às ligas de alumínio (figura 1), com ou sem corte térmico, apesar de que as construções em PVC têm vindo a aumentar em percentagem ao invés das outras alternativas como a madeira ou o ferro (Pinto, 2011).

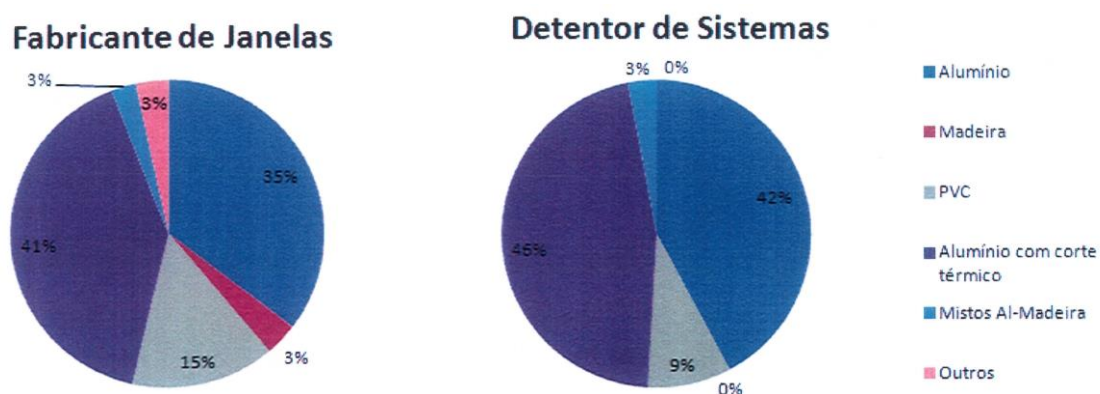


Figura 1 - Tipo de perfis utilizados em portas e janelas (Pinto, 2011).

A evolução da caixilharia, as maiores exigências de qualidade e a obrigatoriedade do cumprimento com as normas em vigor de Conformidade Europeia (CE) têm levado ao aumento da quantidade de vãos de batente, em detrimento dos vãos de correr (figura 2) que têm, comparativamente, maior permeabilidade ao ar e pior isolamento sonoro (Pinto, 2011).

1. Introdução

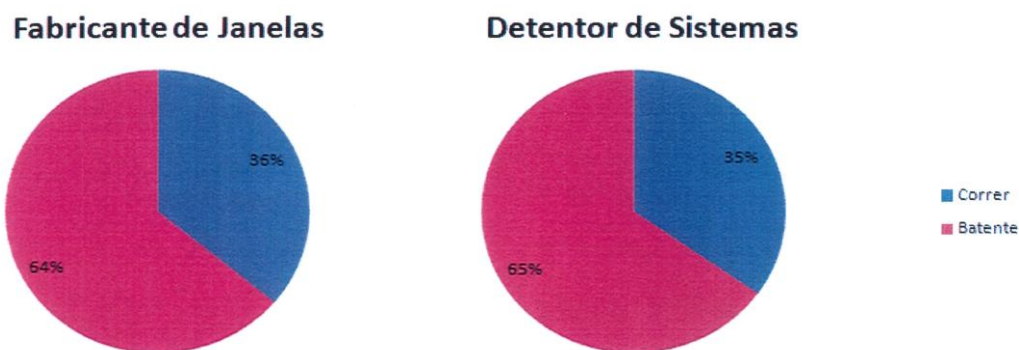


Figura 2 - Tipo de movimento das portas e janelas (Pinto, 2011).

Desde Fevereiro de 2010 que é obrigatória a marcação CE de acordo com a norma NP EN 14351-1 2008 em todas as janelas e portas fabricadas com o objetivo de impor parâmetros mínimos de segurança, qualidade e eficiência nos produtos, sendo para tal imprescindível tanto a existência de ensaios de conformidade (Ensaio de Tipo Inicial, ITT – Initial Type Test) por parte do detentor dos sistemas, como também a implementação de um sistema de controlo interno da qualidade por parte do fabricante (Vicente, 2012). Os ITT avaliam, entre outros aspetos, a resistência à ação do vento, a permeabilidade ao ar, a estanqueidade à água e os desempenhos acústicos e térmicos.

“Esta norma Europeia identifica, independentemente do material, as características de desempenho que são aplicáveis às janelas (...), portas pedonais exteriores (...), e caixilhos compostos” (Instituto Português da Qualidade, 2008).

Também a nível nacional, existe uma iniciativa por parte da Agência para a Energia (ADENE), denominada por CLASSE+, que visa ajudar o consumidor final facilitando a “escolha de produtos mais eficientes na reabilitação de edifícios” (CLASSE+, 2019). Em 2010 foi criada a Associação Nacional dos Fabricantes de Janelas Eficientes (ANFAJE) de forma a desenvolver o mercado da caixilharia eficiente, promover a qualidade e inovação no setor e divulgar as vantagens destes produtos (ANFAJE, 2019).

Cerca de 30% da energia utilizada num edifício pode ser dissipada pelas janelas se estas não forem eficientes do ponto de vista térmico. Janelas eficientes são sinónimo de poupança nos custos de energia, elevados padrões de conforto térmico e acústico e de melhores condições de saúde e bem-estar (CLASSE+, 2020).

O cenário atual mudou drasticamente os hábitos da população das cidades e mudou o consumo a nível global de forma súbita e substancial. Temas como as tecnologias, as questões ambientais e a digitalização estão mais presentes e ganham muita relevância dada a sua importância e o seu impacto no mundo. A crise provocada pela pandemia poderá ser um vetor transformador de uma esperança acrescida para as transformações necessárias à nossa sociedade no âmbito da descarbonização e da economia mais resiliente e sustentável (Poupa Energia, 2020).

A melhoria da envolvente dos edifícios deve, assim, passar obrigatoriamente pela substituição das janelas antigas por novas janelas mais eficientes (S. Santos, comunicação pessoal, 2019), aproveitando para tal os incentivos disponíveis e o aumento da informação existente para facilitar a escolha.

1.2 A área

A caixilharia é a designação dada ao conjunto de esquadrias que “sustenta e garante os vidros de portas e janelas” (Pinhal, 2009), sendo que ao longo dos tempos tem assumido vários materiais e formas. Nos dias de hoje os materiais principais na sua construção são a madeira, o PVC e o alumínio, sendo que este último “tem vindo com o passar dos anos a assumir uma grande importância (...) pois este é um material moderno leve, forte (...), resistente à corrosão, higiénico e reciclável” (Ferreira Barbosa, 2010).

O processo mecânico na base dos perfis de caixilharia de alumínio consiste na passagem forçada de um maciço de alumínio (bilete) pré-aquecido por uma matriz que lhe confere o formato pretendido, este processo denominado de Extrusão aliado aos subsequentes tratamentos térmicos e químicos providenciam ao metal as propriedades necessárias para a utilização pretendida (Associação Portuguesa do Alumínio, 2016).

As propriedades básicas do alumínio aliadas a particularidades de outros elementos dão origem a ligas como a EN AW-6060 (AlMgSi) que agrega as propriedades mecânicas (figura 3) necessárias na caixilharia (Extrusal, 2011), tornando-se na liga preferencial neste setor.

Alloy	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Others		Al
									Each	Total	
6060	0,30-0,60	0,10-0,30	0,10	0,10	0,35-0,60	0,05	0,15	0,10	0,05	0,15	Rest

Alloy	Temper	Wall Thickness e mm*	Tensile strength Rm Mpa min	Proof stress Rpo,2 Mpa min	Elongation		Brinell Hardness HB**
					A50mm % min	A % min	
EN -AW 6060	T4	$e \leq 25$	120	60	14	16	45
	T5	$e \leq 5$	160	120	6	8	55
	T6	$e \leq 3$	190	150	6	8	65
		$3 < e \leq 25$	170	140	6	8	60
	T66	$e \leq 3$	215	160	6	8	70
		$3 < e \leq 25$	195	150	6	8	65

Figura 3 – Composição química (em cima) e propriedades mecânicas (em baixo) da liga EN AW 6060 (ALUMINCO, sem data).

Depois da extrusão, os perfis de alumínio para caixilharia, neste caso com corte térmico, são submetidos a vários processos de transformação e tratamento,

1. Introdução

destacando-se a lacagem ou anodização e a cravação, tudo processos essenciais para a caixilharia de qualidade e fatores a não descurar aquando do desenvolvimento dos produtos (S. Santos, comunicação pessoal, 2019).

Pode-se destacar como motivos da escolha do alumínio, enquanto componente principal da caixilharia, em detrimento de outros materiais, as suas aptidões de resistência à tração e à corrosão. Obtido a partir de um mineral natural e abundante na crosta terrestre, conta ainda com o aspeto visual atrativo do seu acabamento, a sua durabilidade e fácil manutenção e a sua elevada capacidade para ser reciclado (TECHNAL, 2020).

1.3 A janela

A principal característica distintiva de uma janela é o seu tipo de abertura. Estas podem ser de correr, fixas, de batente, oscilo-batentes, pivotantes ou de variadas outras formas (CLASSE+, 2020). Apesar de existirem situações nas quais cada um dos tipos pode ser vantajoso, é regra preferir as tipologias de batente em detrimento das tipologias de correr devido às limitadas capacidades de vedação destas últimas. A janela de batente é uma janela de eixo vertical que permite a sua abertura total para o interior (Reynaers Aluminium, 2017), podendo ser conciliada com diversos tipos de ferragem de forma a modificar/limitar o movimento de abertura.

A particularidade do corte ou rotura térmica dos perfis para a caixilharia advém da separação física entre a face interior e a face exterior dos perfis de alumínio (S. Santos, comunicação pessoal, 2019), esta separação é conseguida pela cravação mecânica de dois semi-perfis de alumínio com recurso a perfis de poliamida. A quebra da continuidade do alumínio permite diminuir a transmissão térmica dos perfis compostos e assim melhorar a sua eficiência energética.

A união dos perfis é conseguida pela utilização de acessórios e ferragens específicas. Este ramo encontra-se em constante evolução e dispõe de uma miríade de soluções e, como tal, cabe aos responsáveis pela criação de novos perfis de alumínio assegurar a correta compatibilidade com os sistemas de ferragens e de acessórios já existentes, nomeadamente com o canal de ferragem (S. Santos, comunicação pessoal, 2019).

Os acessórios e as ferragens, visíveis ou ocultos, não só asseguram a correta montagem e estanqueidade dos caixilhos, mas também originam toda e qualquer movimentação/abertura das estruturas. Por este motivo estes componentes são mais suscetíveis ao desgaste, pelo que é fundamental uma correta seleção da solução de ferragem e a sua posterior manutenção, devendo ser avaliados os testes de ciclos às ferragens e caixilhos (CLASSE+, 2020).

Outro componente essencial da caixilharia são os vedantes, com materiais desde o PVC ao EPDM (borracha de etileno-propileno-dieno), que desempenham um fator

chave para a manutenção, efetividade e resistência das janelas (Pervedant, 2020). A vedação de batente, composta por elastómeros, deve conferir estanquidade aos caixilhos e, sempre que possível, ser reforçada com vedações duplas ou triplas. O material selecionado deve apresentar ainda flexibilidade e resistência à radiação ultravioleta (CLASSE+, 2020).

1.4 A Extrusão de Alumínio

O alumínio, por ser um material leve, versátil, resistente e duradouro, está a conquistar um lugar de destaque nas mais variadas aplicações da construção civil, indústria e até na arte. As suas propriedades físicas, a sua elevada vida útil e a capacidade de ser reciclado sucessivamente tornam este material num dos mais procurados (Associação Portuguesa do Alumínio, 2016).

Como processo tecnológico de deformação plástica de um metal que é forçado através de uma matriz de secção inferior à do maciço, a extrusão permite obter formas e propriedades mecânicas difíceis de obter por outros processos de fabrico (Saha, 2000).

O desenho e fabrico das matrizes é o componente mais sensível de todo o processo de extrusão, sendo um componente moroso e complexo que envolve esforços conjuntos de várias áreas (Extrusal, 2011) A vida útil das matrizes depende do formato do seu produto e da quantidade de matéria-prima transformada pelas mesmas, sendo um indicativo do desgaste destas a variação da massa do produto da extrusão ao longo do tempo.

Fatores como a espessura das paredes e raios de curvatura são pontos básicos para o desenho de um perfil (Shapesbyhydro, 2020). Quer sejam perfis maciços ou ocos, a maquinaria correta e a manutenção atempada das matrizes e a velocidade de extrusão são alguns dos fatores que permitem prolongar o tempo de vida das matrizes e obter um produto final de elevada qualidade. (Aluminum Extruders Council, 2013).

1.5 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo principal estudar e desenvolver um novo sistema de caixilharia de batente de alumínio com rotura térmica, de forma a aumentar a variedade de produtos disponíveis na empresa ALEDI – Comércio de Alumínios, Lda., fornecedora de sistemas para caixilharia em alumínio, e a fornecer uma alternativa com características que garantam uma melhor resposta às solicitações do seu mercado atual, não descurando o esforço que tem sido feito pela empresa ao nível da alteração e melhoria dos perfis já existentes.

1. Introdução

É objetivo secundário a abordagem e o estudo das possíveis melhorias ao nível dos canais de drenagem dos perfis, de forma a minimizar a ocorrência de anomalias que têm vindo a ser registadas nos restantes sistemas de batente do portfólio da ALEDI.

Pretende-se ainda alcançar um novo patamar na busca pela diversificação e aprimoramento da qualidade fornecida ao mercado, focada principalmente na manutenção do nível de eficiência energética já assegurada pelos sistemas atuais e ainda ao nível da otimização da rapidez de serviço e montagem.

São levados em conta vários fatores considerados como limitações básicas por parte da empresa, dos quais se destacam os elevados custos de investimento da eventual concretização do projeto, o longo período de implementação no mercado de um novo sistema (durante o qual podem surgir outros ou novas tecnologias), a resistência dos clientes à mudança e ainda o limitado espaço de armazenagem dos novos perfis.

Num período em que a estética, a funcionalidade e a eficiência competem entre si por um lugar em todos os sistemas, torna-se impossível concretizar todas as necessidades.

No seguimento daquilo que já é atualmente alcançado pelos sistemas comercializados pela empresa, pretende-se um sistema que possa atingir o máximo de requisitos e, ao mesmo tempo, manter o nível de simplicidade construtiva e de montagem característico dos sistemas existentes. Esta simplicidade tem-se mostrado fator determinante para uma correta montagem dos caixilhos e imprescindível para alcançar a eficiência geral proposta.

1.6 A Empresa

Situada em Mundão, concelho de Viseu, a ALEDI – Comércio de Alumínios, Lda. é uma empresa com mais de 18 anos de atividade e experiência no sector de materiais de construção (*ALEDI ALUMÍNIOS, 2019*), nomeadamente na distribuição de perfis de alumínio. A maioria da sua quota de vendas pertence aos perfis de alumínio para caixilharia cuja procura tem vindo a aumentar consistentemente nos últimos anos, originando também um acréscimo da concorrência e da rivalidade entre as empresas que partilham este mesmo mercado e estimulando o desenvolvimento e a procura de novas soluções.

Parte de um grupo de três empresas que cooperam e interagem no mesmo mercado, mas com diferentes produtos que se complementam, a ALEDI tem já um armazém/filial independente em Mirandela, uma frota comercial de 8 veículos e no final de 2020 contava com 18 funcionários.

Exercendo a atividade de comércio por grosso de minérios e metais, particularmente de perfis de alumínio, e não dispendo de sistemas de caixilharia

próprios e/ou exclusivos, a ALEDI depende das suas relações com as empresas extrusoras nacionais e Ibéricas para manter os níveis de serviço com que fornece os seus clientes, estando sempre numa constante busca por novos produtos e distribuindo a sua procura pelos vários fornecedores de forma a ter sempre um leque de várias soluções disponíveis (S. Santos, comunicação pessoal, 2019).

Em 2019, com base nos resultados de 2018, a ALEDI foi colocada na posição 168 no ranking nacional das 300 maiores Empresas de Distribuição de Materiais de Construção, com um volume de vendas de 4.678.181,66€ (Materiais de Construção, 2019).

1.7 Procedimentos

De forma a viabilizar o desenvolvimento do projeto dentro da estrutura empresarial existente, sem prejudicar o normal funcionamento da mesma, foi estabelecido um processo interno para a recolha de dados e adaptação/desenvolvimento dos mesmos, que incluía reuniões periódicas entre a administração e os departamentos técnico e comercial.

Este processo consistiu numa primeira fase pela escolha de um sistema, dentro do portfólio da empresa, que seria a base construtiva para o novo produto. A adaptação de um sistema existente é o procedimento habitual nestas situações e é considerada a opção mais vantajosa pois permite a compatibilidade entre os perfis de sistemas já existentes e, conseqüentemente, o aproveitamento de matrizes e diminuição dos custos de desenvolvimento.

Foram decididos, também nesta fase, quais os pontos fundamentais a ser abordados pelo novo sistema, nomeadamente quais as dimensões ideais para o produto ser viável e atrativo para o mercado. Também ficou definido que o canal de drenagem seria a situação crítica a ser solucionada pela criação dos novos perfis e que seria a base para a construção dos mesmos.

Durante esta fase inicial, a recolha de informação e análise dos pontos a abordar tornou-se na etapa mais prolongada do projeto, uma vez que se encontrava interligada com a fase posterior, o desenvolvimento deste.

Assim, foi realizada a recolha de informação de sistemas existentes de forma a identificar os aspetos essenciais e ótimos de cada um. Esta recolha incluiu abordagens a empresas de extrusão e a gabinetes técnicos especializados dos vários componentes essenciais das janelas, de maneira a reconhecer as limitações construtivas e os aspetos técnicos, funcionais e padronizados, indispensáveis no mercado atual.

A abordagem aos profissionais do setor na ALEDI, tanto no desenvolvimento como na venda e distribuição dos sistemas, revelou-se também fundamental nas etapas

1. Introdução

iniciais de forma a recolher informação sobre os aspetos passíveis de melhoria e otimização com a finalidade de tornar os materiais mais eficientes e práticos.

Por fim, a fase de desenvolvimento da solução ideal adequada à empresa, partiu com base no ponto crítico não alcançado pela solução existente (o escoamento insuficiente de água nos perfis).

O desenho em duas dimensões (2D) dos perfis base e suas conseqüentes modificações permitiu a análise da viabilidade dos perfis, assegurando a sua compatibilidade com aqueles já existentes e, particularmente, com as ferragens padronizadas que são parte integrante para o seu bom funcionamento.

A comparação das áreas das secções dos canais de drenagem permite verificar o aumento da capacidade de escoamento alcançada assim como a altura mínima impeditiva da transposição de líquido para o interior.

O facto de determinados pormenores construtivos dos perfis base serem mantidos inalterados nos perfis desenvolvidos permite garantir a conformidade destes com os requisitos impostos para a certificação do sistema, nomeadamente com a norma em vigor (NP EN 14351-1 2008). Este detalhe permite ainda à empresa ALEDI ter alguma garantia de que o sistema irá corresponder de forma semelhante ao sistema base quando esta decidir partir para a certificação em laboratório autorizado dos novos perfis.

O desenvolvimento dos vedantes e de outros acessórios característicos do sistema foi realizado pelos fabricantes específicos de cada um destes componentes, após a conclusão do desenvolvimento dos perfis e de acordo com os objetivos estabelecidos pela ALEDI para este projeto.

Após a conclusão dos desenhos técnicos, estes foram enviados para a empresa de extrusão escolhida para ser realizado o desenvolvimento e a construção das matrizes. Concluídas as matrizes, foram produzidas pela empresa de extrusão barras de alumínio dos novos perfis para que a ALEDI pudesse verificar se estes cumpriam com as cotas propostas.

Com os perfis individuais (semi-perfis) produzidos, foi realizada a lacagem e a cravação destes com as respetivas poliamidas, de forma a obter os perfis compostos acabados e a permitir a verificação final do cumprimento de cotas e de tolerâncias, assim como a averiguação da manutenção da compatibilidade com as ferragens impostas.

2. O sistema de caixilharia atual

Não sendo atualmente detentora (em exclusivo ou em parceria) de qualquer sistema de caixilharia, a ALEDI distribui vários sistemas de fabricantes nacionais e espanhóis, sendo que os sistemas com maior parte da sua cota de vendas são do fabricante INDALSU – *Sistemas En Alumínio*, sediada em Pontevedra.

O sistema INDALSU DOMO 67RT (figura 4) com 67 mm de largura de base é não só o sistema mais vendido como também aquele com maiores vantagens, do ponto de vista dos clientes da ALEDI, não só por ter uma medida ideal para o nosso mercado (tanto para obras novas como para reabilitações) como também por obedecer a todos os requisitos técnicos e de montagem por eles exigidos.

A facilidade de montagem em oficina, a grande compatibilidade entre perfis e ferragens e a relação custo/qualidade deste sistema são também alguns dos fatores que o tornam preferencial para desenvolvimento e adaptação/evolução de forma a continuar a responder às necessidades do mercado.



Figura 4 – Representação do sistema DOMO 67RT (fonte: INDALSU).

2. O sistema de caixilharia atual

As secções de perfis diante apresentadas são, esquematicamente, do corte da secção horizontal inferior do caixilho montado, como representado na figura 5 (corte A-A), e apresentando a parte exterior dos perfis (a parte que fica para o exterior da habitação) do lado esquerdo.

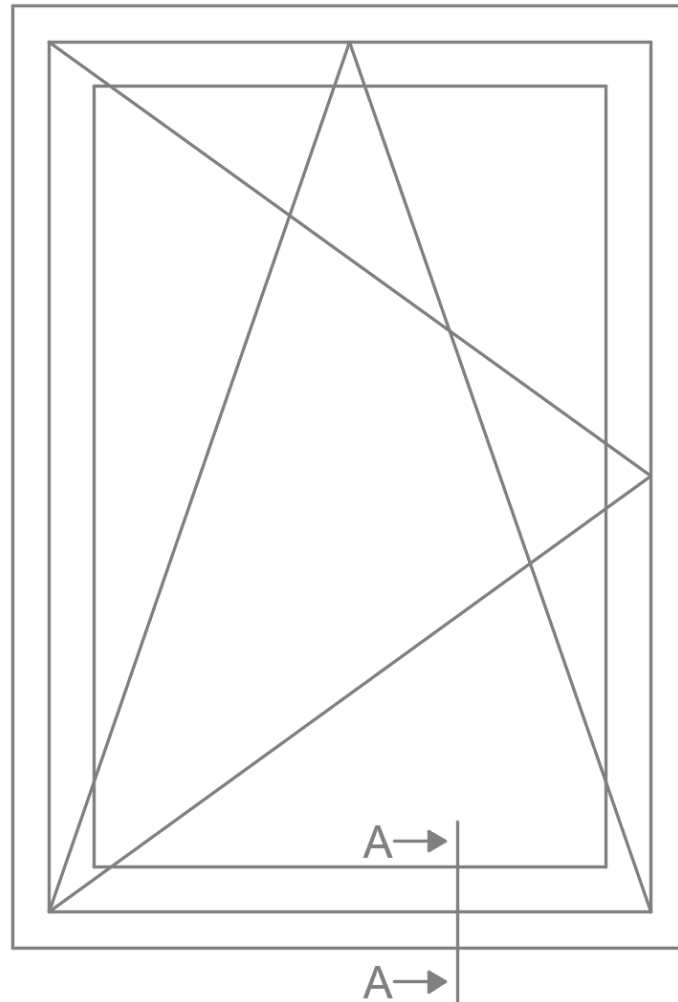


Figura 5 - Vista interior de um caixilho de uma folha de batente e indicação do corte A-A.

2.1 Os perfis base

Do ponto de vista de funcionamento da tipologia mais simples de caixilharia de batente (ignorando os vãos “fixos” – sem abertura), para se construir uma janela de uma folha (um único conjunto móvel de caixilho e vidro), são necessários apenas dois perfis: o aro fixo e o aro móvel. O aro fixo é a parte mais periférica do caixilho e que fica em contacto (direto ou indireto) com a parede e o aro móvel é a parte mais interior do caixilho e que recebe normalmente o vidro ou o painel que o vai preencher. Dependendo do estilo, o aro móvel pode ser por si só suficiente para sustentar o vidro ou necessitar de um perfil auxiliar, denominado de bite.

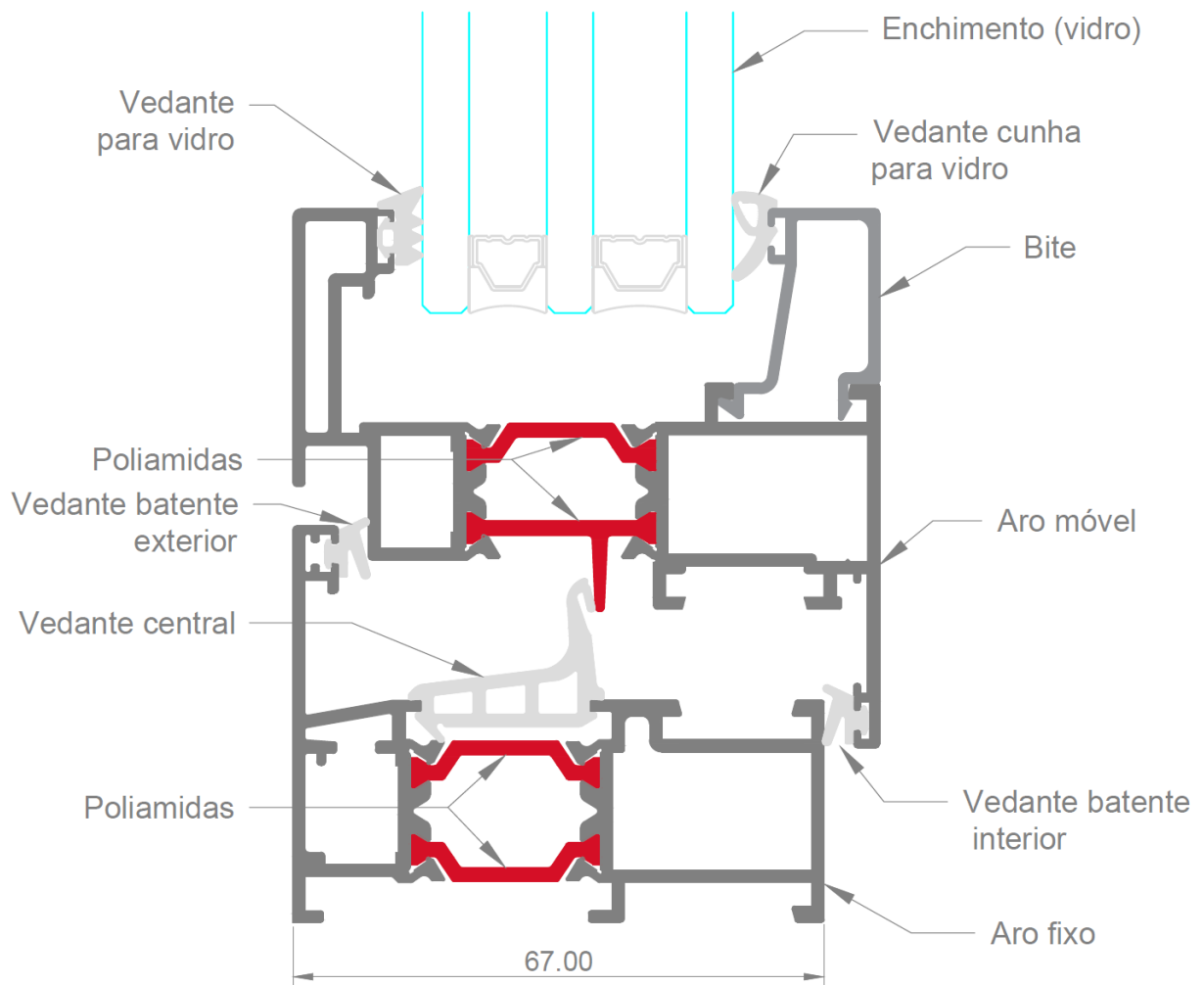


Figura 6 - Vista em corte (A-A) e legendada dos perfis da DOMO 67RT (fonte: INDALSU).

Como pode ser observado na figura 6, é à utilização conjunta dos componentes supramencionados que se chama de caixilho, e é a partir destes perfis que todos os restantes são adaptados.

2. O sistema de caixilharia atual

2.2 Pontos fundamentais dos perfis

Todos os perfis com rotura térmica têm detalhes de construção que são projetados com várias finalidades, desde a união do semi-perfil exterior ao interior através das poliamidas, aos encaixes/canais para as ferragens e para os vedantes (figura 7). Estes pormenores obedecem a critérios para a sua colocação e dimensionamento, sendo que alguns podem ser adaptados e outros não podem sofrer qualquer alteração, pois tal iria comprometer o funcionamento da caixilharia depois de montada.

De entre os detalhes construtivos existentes, pode ser feita uma distinção entre os primários, que não podem sofrer qualquer alteração para não prejudicar o funcionamento do sistema, e os secundários, que podem ser modificados (de forma total ou parcial), recolocados ou mesmo eliminados.

Esta seleção e divisão foi um dos pontos de partida para o estudo do novo sistema, sendo que os pormenores construtivos considerados primários, apresentados na figura 7, condicionam de forma significativa o projeto, dada a importância do seu posicionamento.

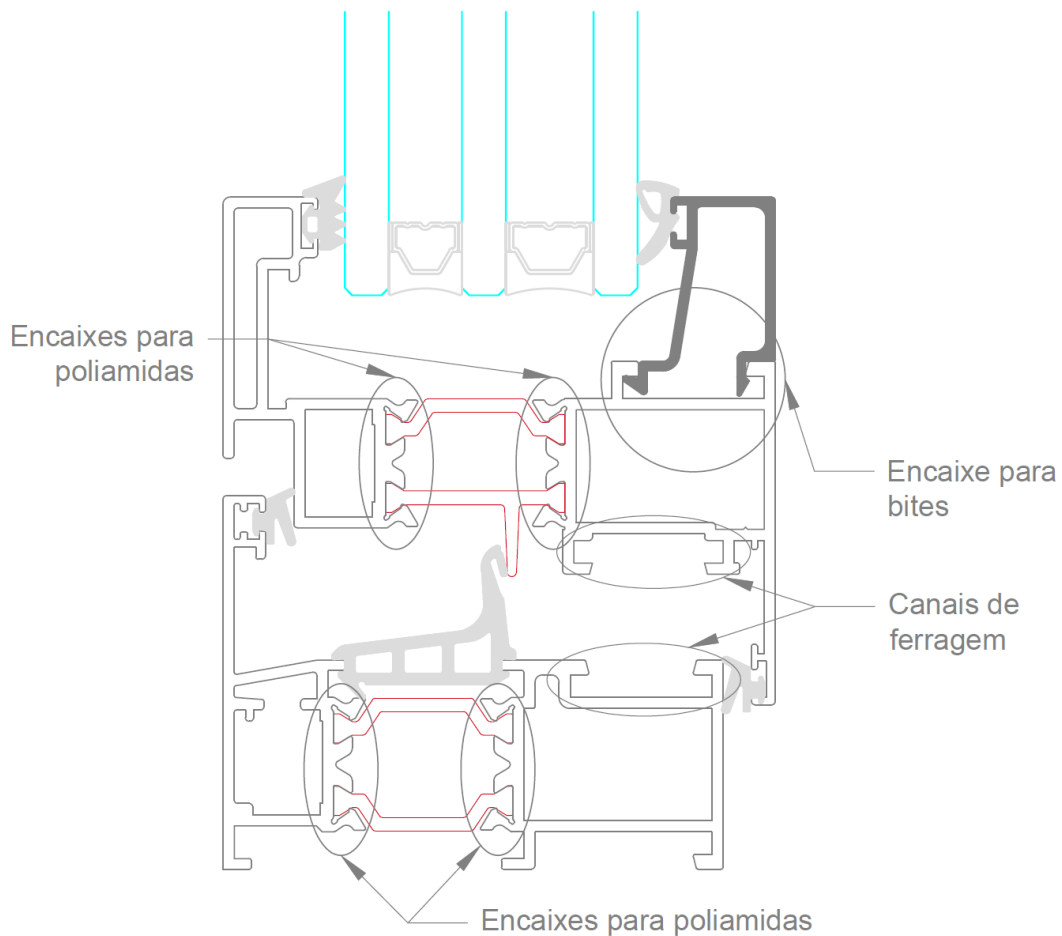


Figura 7 – Pormenores primários dos perfis.

Os pormenores primários mais básicos e, ao mesmo tempo, mais importantes são os encaixes para as poliamidas (figura 8), fundamentais para o bom funcionamento de qualquer perfil de rotura térmica. Estes não podem ser modificados pois as suas cotas, tolerâncias e as suas localizações nos perfis base estão destinadas a receber as poliamidas já existentes. Estes encaixes estão também preparados para a cravação em maquinaria específica para esse efeito e de acordo com as tolerâncias dos fabricantes destas.

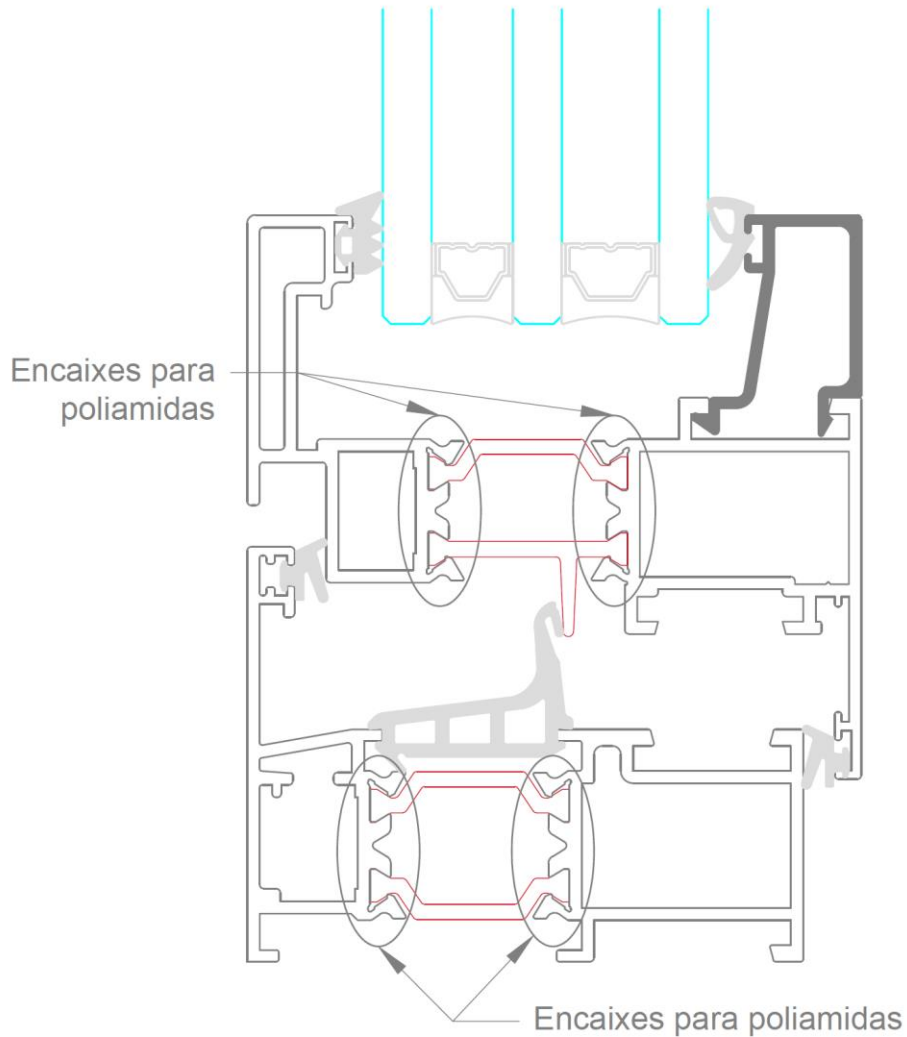


Figura 8 - Encaixes para poliamidas.

2. O sistema de caixilharia atual

Os encaixes para bites (figura 9) são outro pormenor primário fundamental a permanecer inalterado, pois estes perfis são partilhados entre vários sistemas.

Os bites, apesar de serem um perfil reduzido, têm de estar disponíveis numa variada seleção de tamanhos/medidas de forma a receber combinações de vidro com dimensão variável. Como tal, a modificação deste encaixe obrigaria à criação de mais de duas dezenas de matrizes com um novo tipo de encaixe.

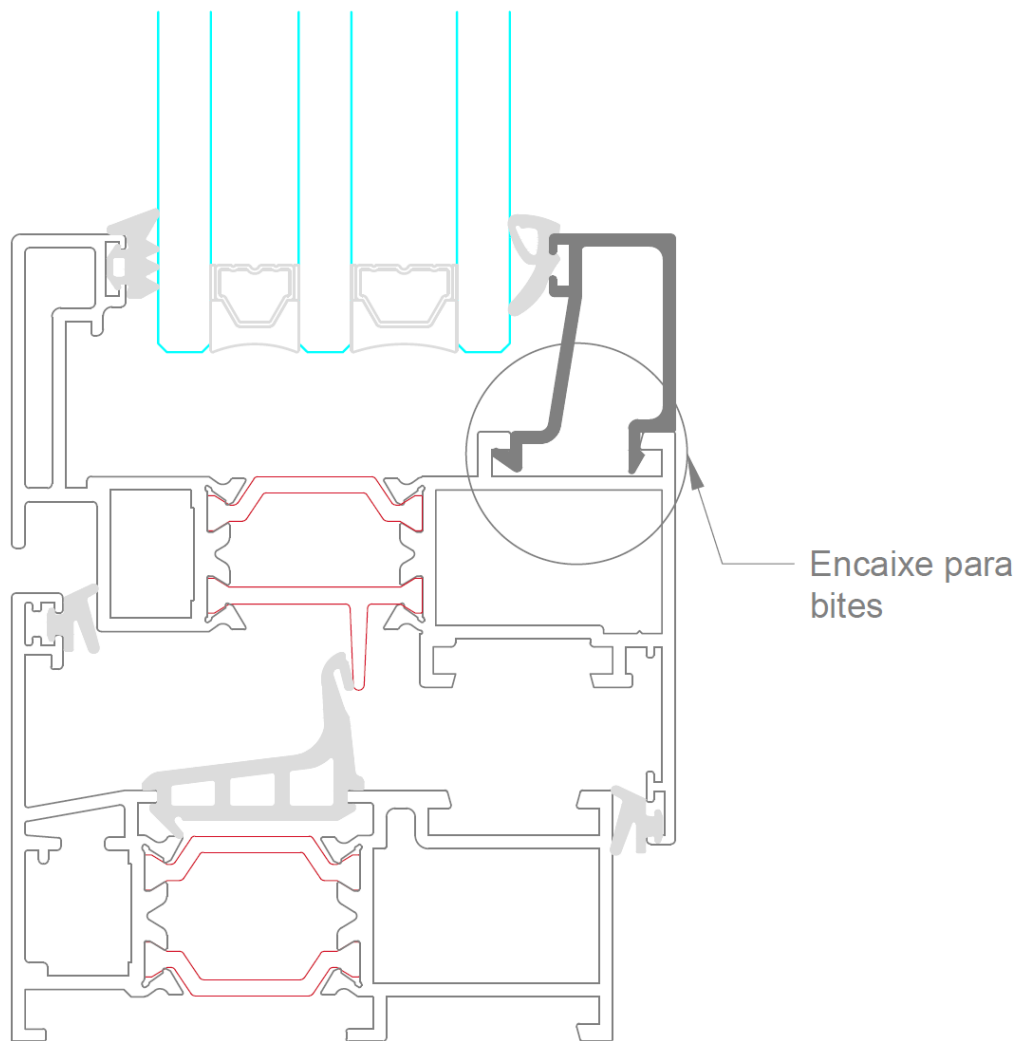


Figura 9 - Encaixe para bite.

Os canais de ferragem (figura 10) são outro pormenor em torno do qual a construção de qualquer perfil se deve basear, pois asseguram a compatibilidade dos perfis com os sistemas de ferragens disponíveis.

Existindo uma enorme seleção de ferragens de variados fabricantes, torna-se mais vantajoso e menos complexo adaptar o perfil de alumínio à ferragem do que o oposto.

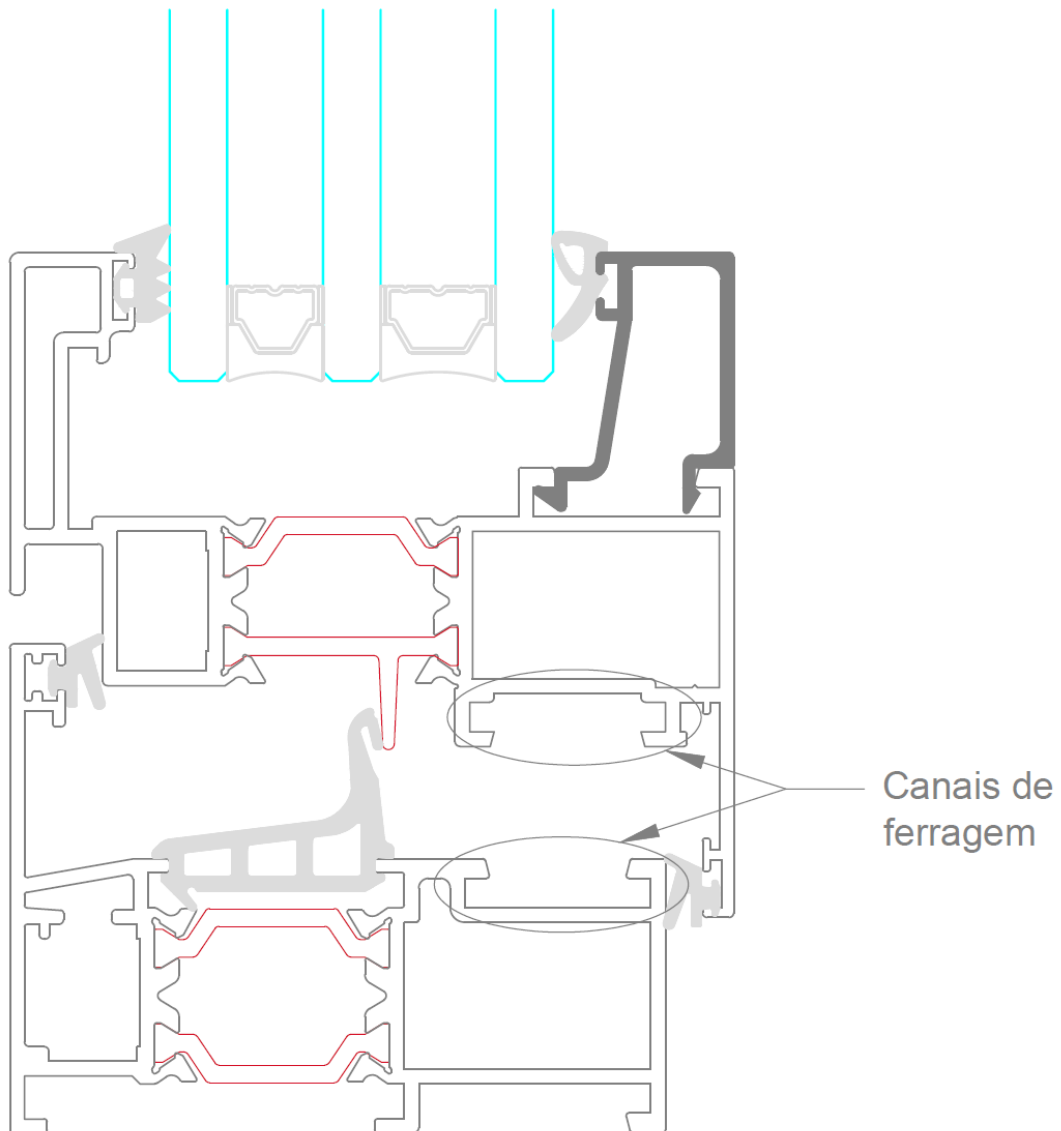


Figura 10 - Canais de ferragem.

2. O sistema de caixilharia atual

Os pormenores secundários são todos os pontos dos perfis que, não se enquadrando no grupo dos pormenores primários, também desempenham algum tipo de função específica ou estão destinados a receber algum tipo de acessório no perfil.

Destacam-se, entre outros, os encaixes de vedantes para vidro e os encaixes de vedantes para vedação entre perfis (exterior, central e interior) assinalados na figura 11.

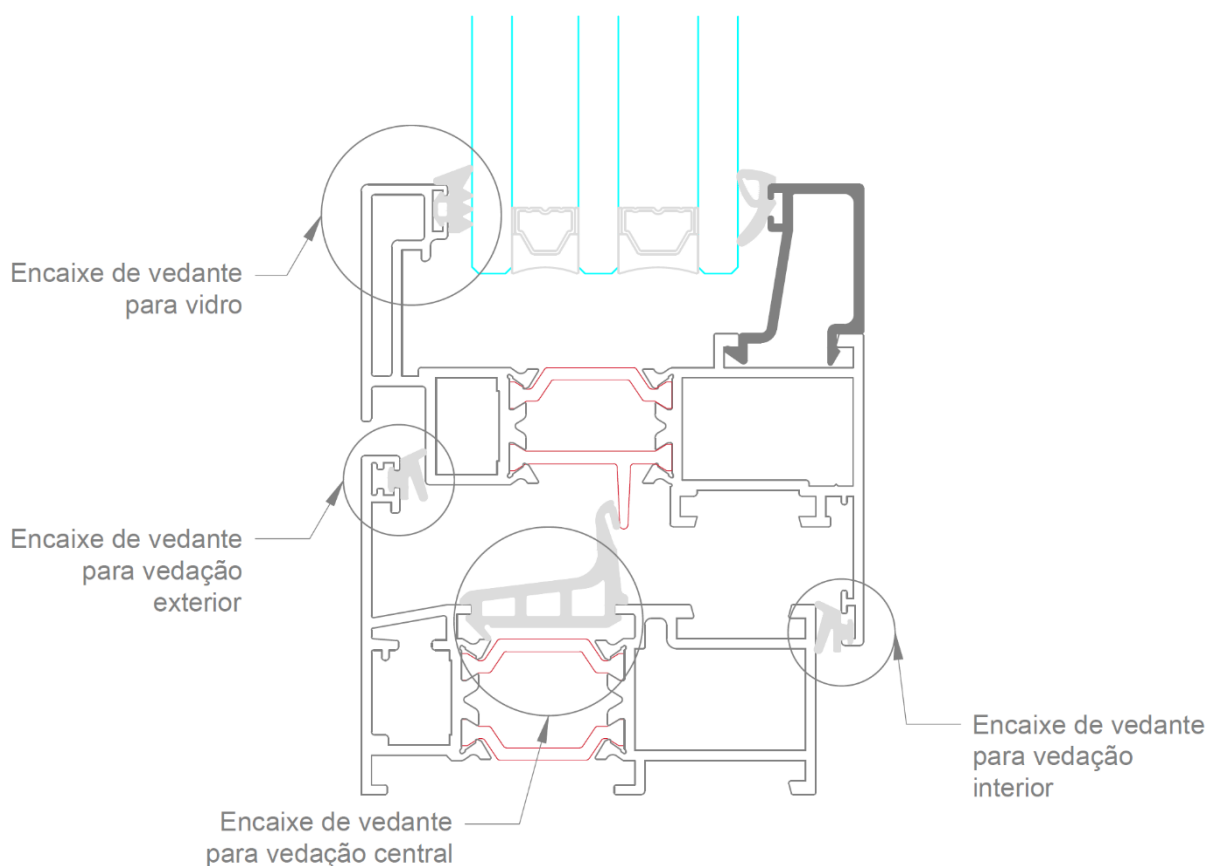


Figura 11 - Pormenores construtivos secundários dos perfis.

Estes pormenores, apesar de geralmente já se encontrarem desenhados de forma a receber um vedante específico, podem ser modificados caso essa alteração traga algum benefício global superior ao da manutenção do desenho existente.

O encaixe para vedação de vidro no bite será desprezado pois estes perfis, tal como será mencionado no seguinte subcapítulo, não serão alterados.

De igual forma, também as superfícies externas e as zonas limite de contacto dos perfis (figura 12) não serão alvo de alterações funcionais de forma a manter os desempenhos, tolerâncias e, especialmente, as medidas de corte associados a este sistema. A manutenção destas zonas limite de contacto entre perfis, assim designadas por se referirem ao afastamento/sobreposição relativo entre as extremidades do perfil do aro móvel e do perfil de aro fixo, permite garantir que os novos perfis apresentem o mesmo comportamento que todos aqueles já existentes e regulados por esta mesma sobreposição.

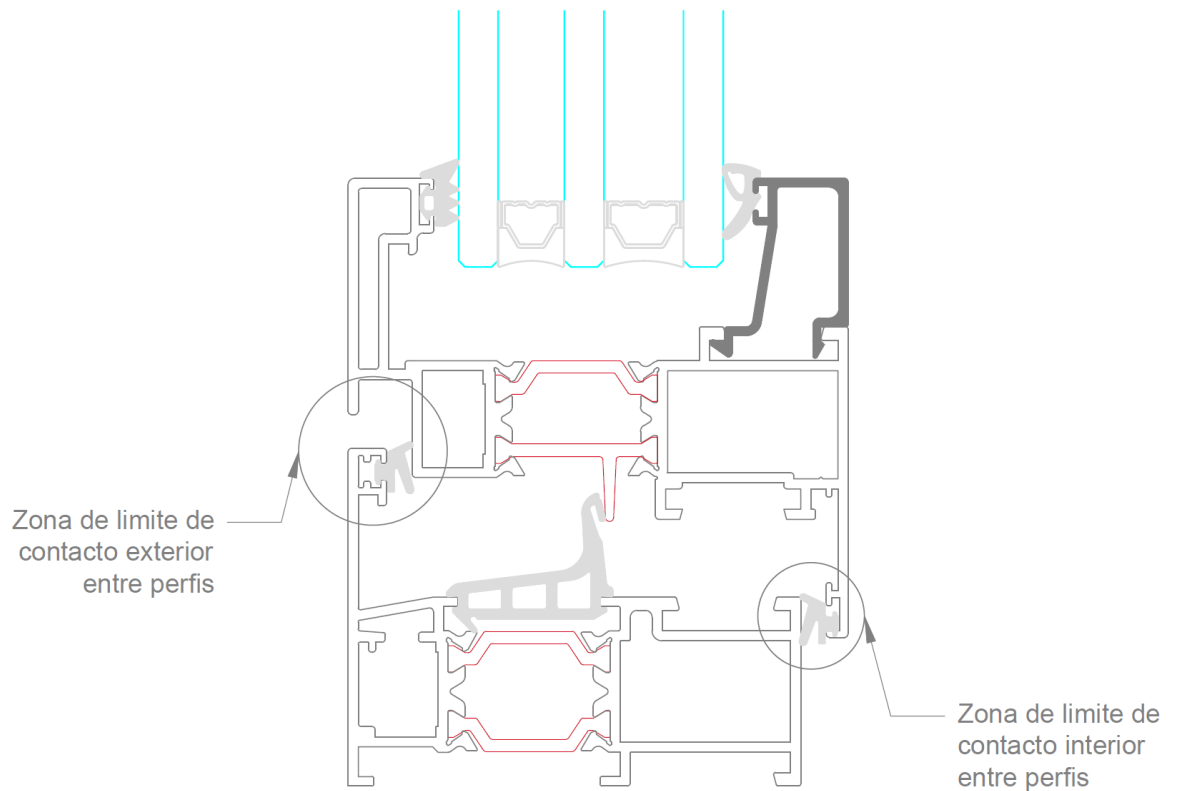


Figura 12 – Zonas limite de contacto entre perfis.

2. O sistema de caixilharia atual

2.3 Perfis a manipular

Apesar de existirem sistemas com objetivos e finalidades variadas, para um sistema de caixilharia funcionar em pleno são precisas várias dezenas de matrizes de extrusão de perfis de alumínio, o que representa um grande investimento financeiro.

Como tal, e de forma a usufruir das vantagens associadas aos sistemas já existentes no mercado, foi opção manter o máximo possível dos perfis já em uso e partir para a alteração apenas daqueles que permitiriam alcançar os objetivos propostos.

Tendo em conta que é nos semi-perfis interiores (assim designados por, normalmente, se posicionarem na face do caixilho que se encontra virada para o interior das habitações) que se encontram os canais de ferragem e que a abordagem aos problemas de drenagem passaria sempre por alterações aos perfis exteriores (que se encontram, normalmente, na face do caixilho virada para o exterior da habitação), irão ser mantidos inalterados todos os perfis interiores, bites e poliamidas (figuras 13 e 14).

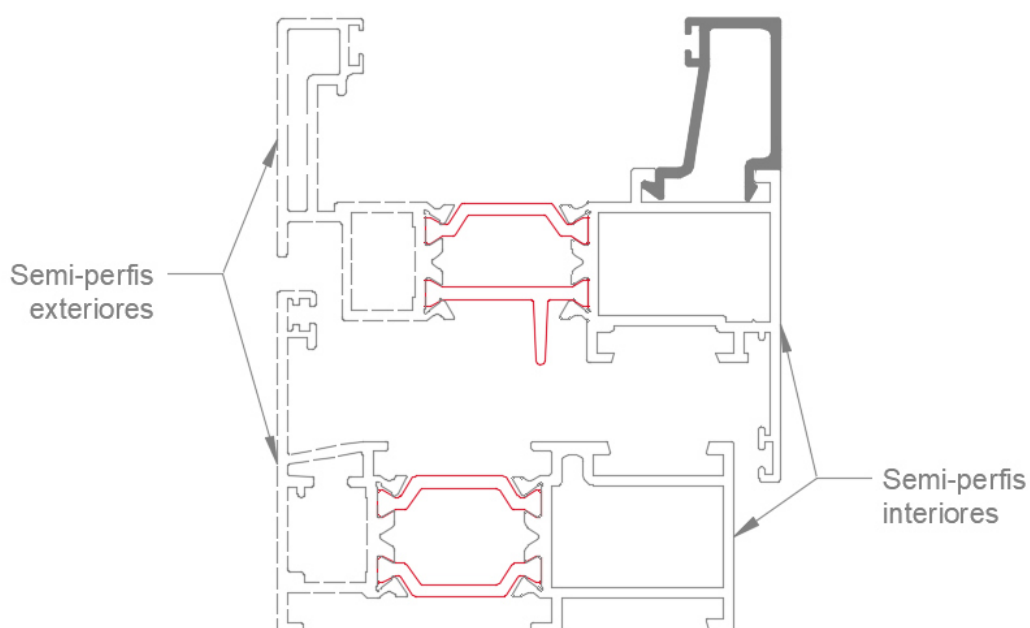


Figura 13 - Distinção dos semi-perfis exteriores dos interiores.

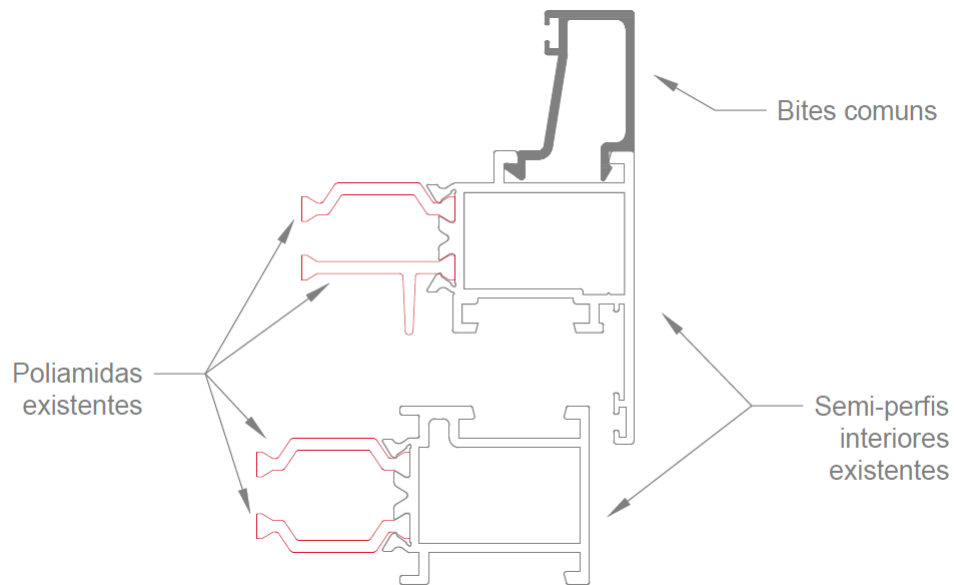


Figura 14 - Semi-perfis, bites e poliamidas a manter inalterados.

Esta abordagem permite não só diminuir para aproximadamente metade a quantidade de novas matrizes de extrusão necessárias, como também otimizar a logística de armazenamento dos perfis descravados (os semi-perfis individuais sem estarem ligados através de poliamidas).

Todos os perfis até aqui apresentados e todos os assinalados ao longo do processo de desenvolvimento com a marcação “existente” são propriedade da INDALSU.

2. O sistema de caixilharia atual

2.4 A dimensão do sistema

Na maior parte dos sistemas de caixilharia disponíveis no mercado, a sua designação técnica e/ou comercial está relacionada com a sua largura de base.

Como já mencionado, para o caso específico do sistema DOMO 67RT, a designação “67” refere-se à medida da sua base, como podemos verificar na figura 15. Este sistema encontra-se “equilibrado” na gama média das larguras de sistemas de batente de rotura térmica, que oscila, normalmente, entre os 45 e os 80 mm.

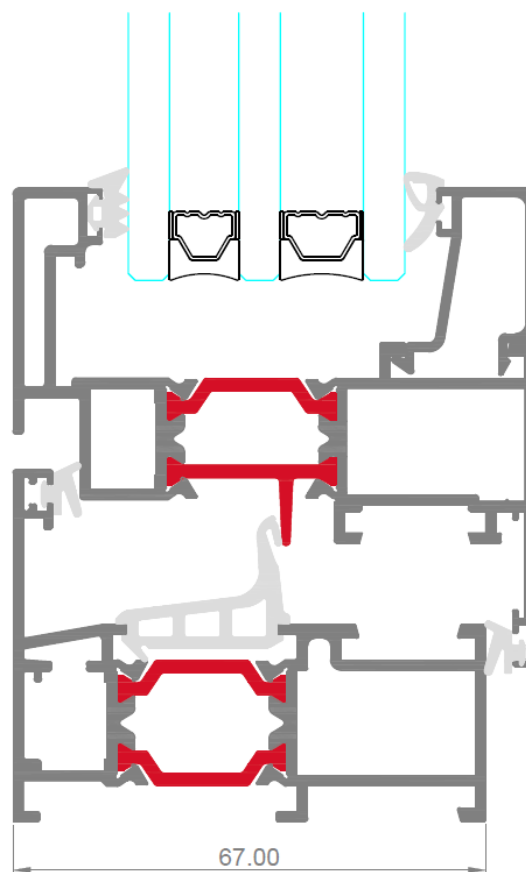


Figura 15 – Medida (em mm) da largura da base do sistema DOMO 67RT (fonte: INDALSU).

Para este projeto em particular, a empresa pretende responder à procura do mercado por sistemas cada vez mais largos, de forma a suportarem vidros com maiores espessuras e maiores caixas de ar ou gás.

No entanto, a existência no seu portfólio de um outro sistema com 77 mm denominado de DOMO 77RT ECO, e que é já considerado por alguns dos seus clientes como sendo demasiado grande, impedindo a montagem de caixilhos de dimensão reduzida, estabelece como limites inferior e superior para o novo sistema, 67 mm e 77 mm, respetivamente.

Dentro deste intervalo de 10 mm, a escolha da medida final deverá aproximar-se do ponto intermédio, de forma a facilitar a distinção visual dos sistemas e a manter alguma coerência na gama de medidas disponíveis. No entanto, esta decisão será também condicionada pela medida dos esquadros a aplicar nos perfis. A decisão final será imposta pela administração da empresa com base nestes fatores e nas medidas dos sistemas semelhantes disponíveis nas empresas concorrentes.

2.5 O canal de drenagem

A infiltração de água na presença de condições climáticas adversas é um problema que pode afetar todos os sistemas expostos a estas. Após reunião entre os departamentos comercial e técnico da empresa para averiguar quais as questões essenciais a abordar no desenvolvimento do novo sistema, este problema foi abordado e sugerido como o ponto inicial e fulcral para o desenvolvimento dos novos perfis.

Na figura seguinte (figura 16) é possível observar quais as possíveis passagens de entrada de água para dentro da caixilharia.

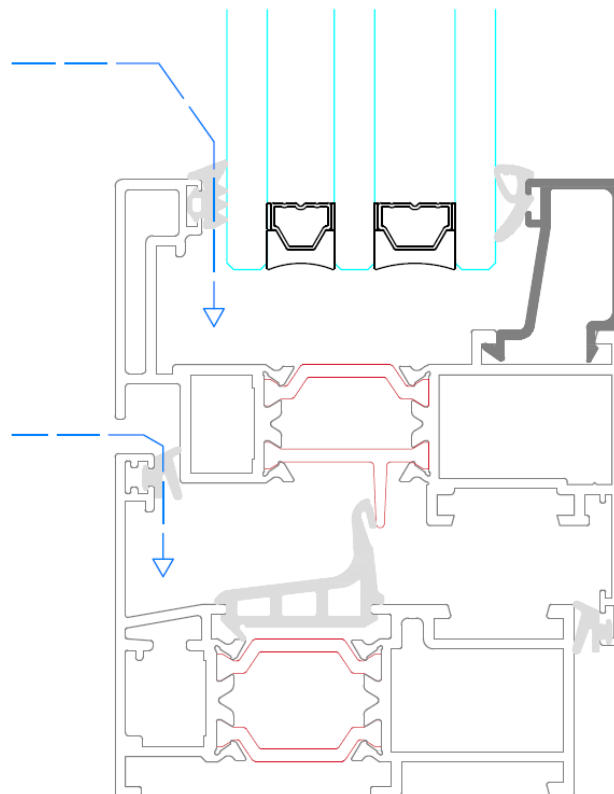


Figura 16 - Esquema de infiltrações possíveis pelo exterior (representado pelas linhas/setas a tracejado).

2. O sistema de caixilharia atual

No seguimento da escolha deste tema como ponto de interesse para o desenvolvimento do novo sistema, foi determinado que a maioria das infiltrações reportadas ocorre no aro fixo inferior devido ao enchimento e saturação dos compartimentos na parte superior deste perfil, figura 17, apesar da existência e aplicação em obra de métodos de drenagem para o exterior.

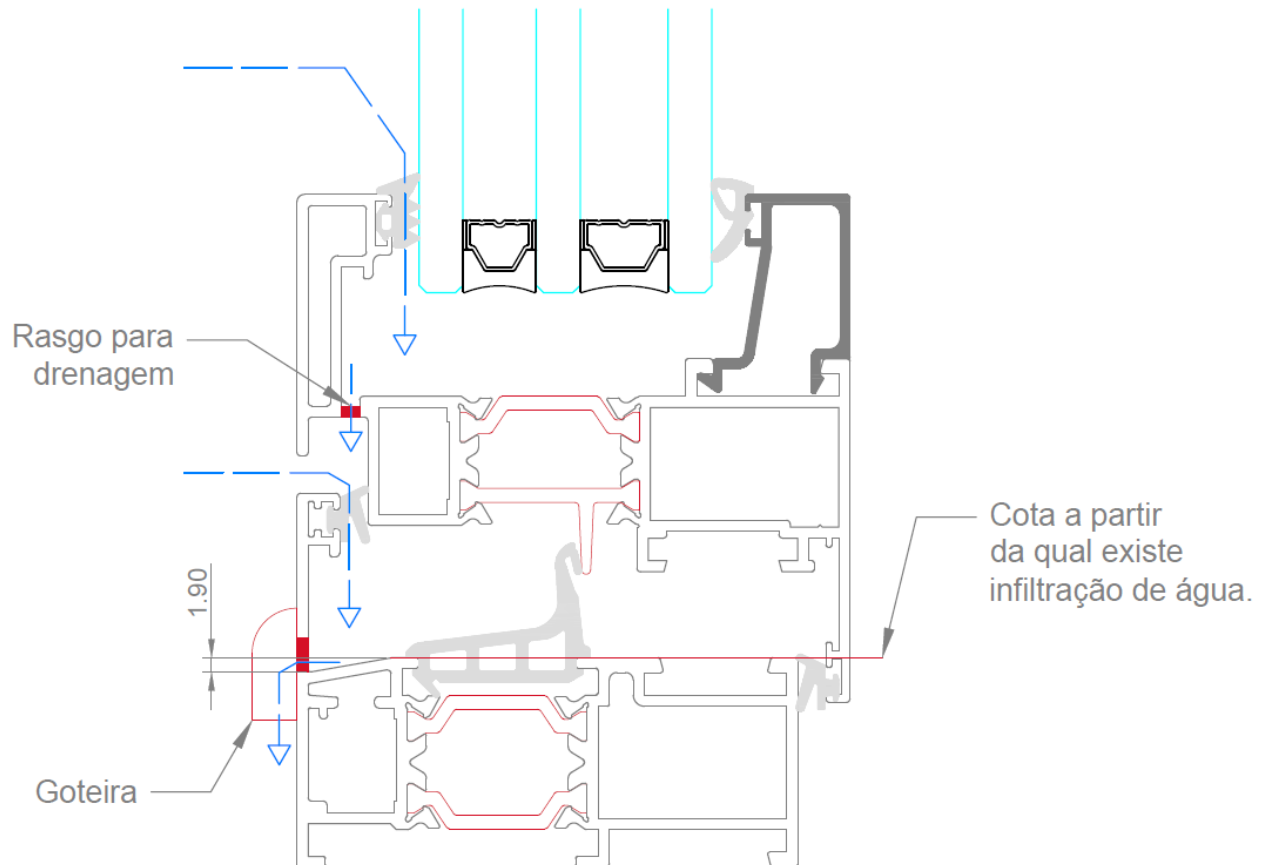


Figura 17 - Infiltração de água observada nos perfis (representado pelas linhas/setas a tracejado) e respetiva cota de saturação.

Uma breve análise da parte exterior do aro fixo (figura 18) permite visualizar que a cota máxima de água nas zonas de drenagem é extremamente reduzida (apenas 1,9 mm, com uma secção de 10,8 mm²) e que pode facilmente ser obstruída por detritos, uma vez que está exposta sempre que o caixilho se encontra aberto. Sobrepondo essa altura, facilmente a infiltração pode alcançar a face interior do perfil e provocar escorrimento para dentro das habitações.

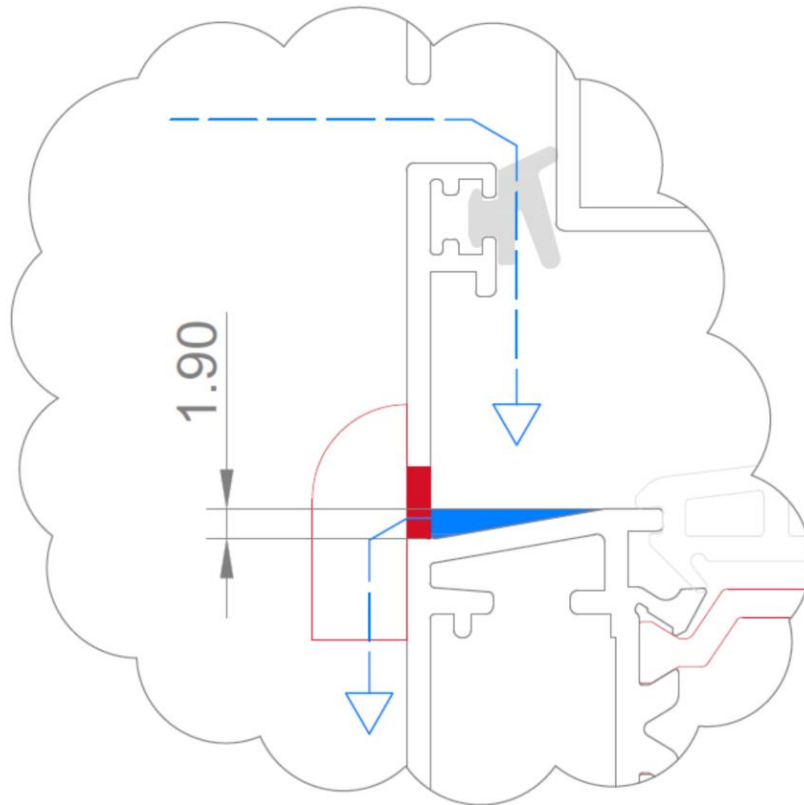


Figura 18 - Detalhe do canal de drenagem do aro fixo (a vermelho o rasgo de drenagem e a azul a representação da secção do canal de drenagem).

Para além de ser notória e desagradável a observação da permanência deste líquido aquando da abertura dos caixilhos, é também um sinal claro de que o sistema precisa de ser melhorado neste aspeto.

Em situações de caixilharia fixa, sem parte móvel para abertura, as infiltrações podem ser agravadas pela ausência da vedação central e pela maior exposição da face exterior do perfil ao escorrimento de águas pelos vidros. O aumento da procura de uma maior área livre desimpedida nos caixilhos, tem levado a uma maior utilização desta tipologia fixa e, por consequência, a um aumento das situações de infiltração.

2. O sistema de caixilharia atual

3. Desenvolvimento do novo sistema

Neste capítulo de desenvolvimento são descritos os passos principais e mais significativos considerados na abordagem aos problemas apresentados e de forma a cumprir com os objetivos propostos.

Este desenvolvimento foi realizado em horário laboral e com os departamentos técnico e comercial a trabalhar em conjunto, situação que originou não só bastantes constrangimentos como também algumas alterações e mudanças de abordagem ao longo do projeto.

Todas as melhorias e alterações propostas foram apresentadas e discutidas em reuniões internas, com o envolvimento de todos os departamentos abrangidos pelas mesmas e da gerência, com várias décadas acumuladas de experiência no sector, que desempenhou um papel chave ao nível do escrutínio do trabalho apresentado.

Para além destas, foram realizadas reuniões externas, durante e no final de cada segmento do desenvolvimento, com a empresa de extrusão envolvida neste processo de forma a viabilizar, do ponto de vista do processo produtivo, todos os perfis propostos pela ALEDI.

3.1 Desenvolvimento do aro fixo base

O desenvolvimento do sistema iniciou-se pela abordagem ao aro fixo (figura 19), o perfil mais problemático e decisivo no que toca aos dois pontos chave a abordar, a dimensão do sistema e os problemas de drenagem.

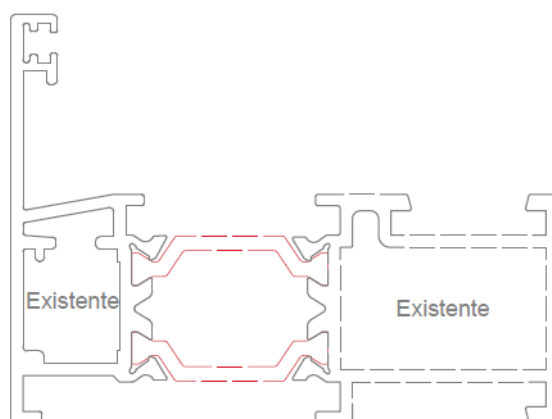


Figura 19 - Perfil de aro fixo Domo 67RT da INDALSU.

3. Desenvolvimento do novo sistema

Com o foco de solucionar a drenagem insuficiente foram feitos esboços em desenho livre que posteriormente foram transformados para CAD – *Computer-Aided Design*, com o objetivo de estabelecer a base para o desenvolvimento, propriamente dito, dos novos perfis.

As seguintes imagens representam esses desenhos e têm características individuais e específicas para as diferentes abordagens possíveis.

Primeiramente, no esboço 1 (figura 20) foi aprofundado o canal mais exterior ao perfil (canal de drenagem). Esta hipótese confere uma maior área livre para enchimento, no entanto sem a inclinação para prevenir a acumulação de líquidos residuais e para facilitar a expulsão de resíduos e poeiras.

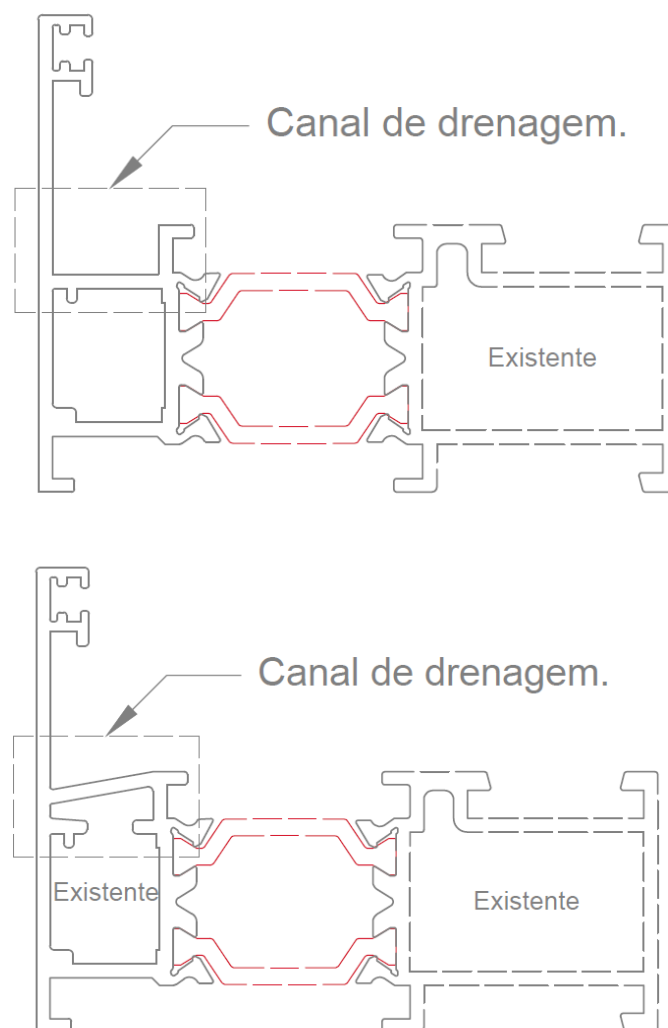


Figura 20 - Esboço 1 (em cima) comparado com o perfil já existente (em baixo).

No segundo esboço (figura 21) foi mantida a linha original do canal de drenagem do perfil, com aumento da inclinação para o máximo sem afetar a parte interior do perfil e conseqüente incremento da altura de enchimento.

Neste caso não existe margem para fresagem da face exterior, de forma a abrir os rasgos necessários para colocação de goteira sem danificar o interior do perfil.

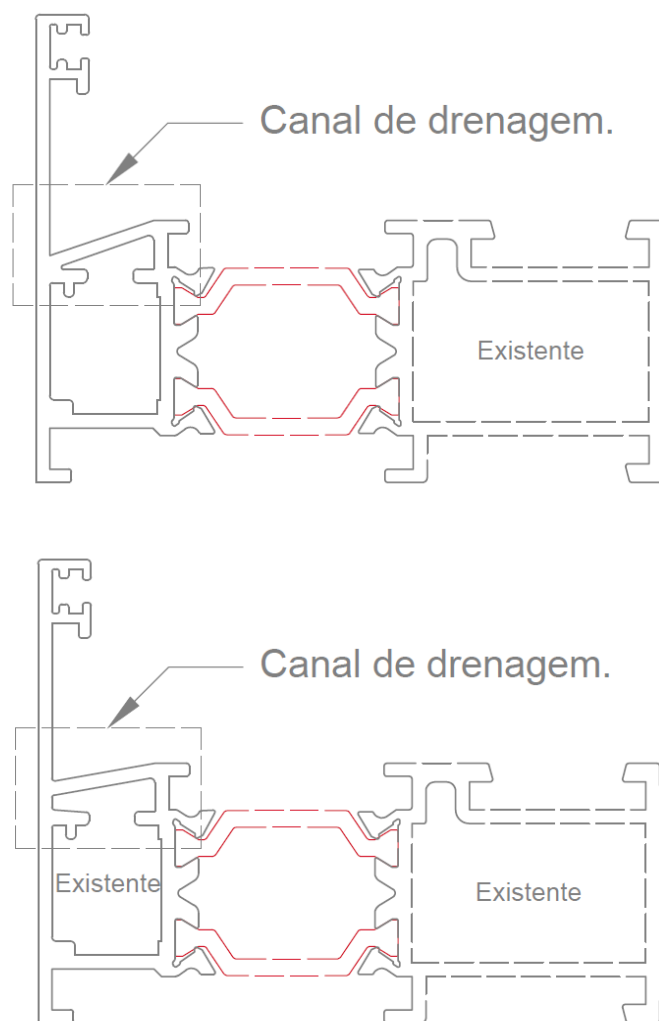


Figura 21 - Esboço 2 (em cima) comparado com o perfil já existente (em baixo).

3. Desenvolvimento do novo sistema

No terceiro esboço (figura 22) foi desenhado um aprofundamento do canal de drenagem, com a manutenção da rampa de escoamento aliada à introdução de uma plataforma plana de forma a possibilitar a fresagem da face exterior e a aumentar a área da secção do canal.

Este desenho confere ao semi-perfil linhas mais acessíveis e uma construção mais simples evitando arcos, chanfros e apoios desnecessários.

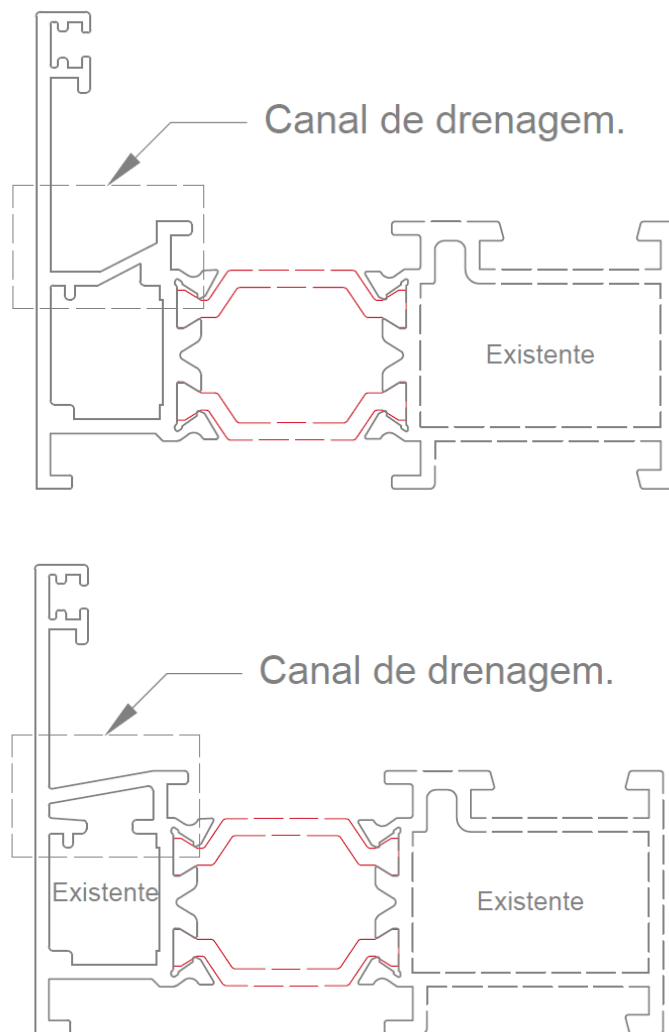


Figura 22 - Esboço 3 (em cima) comparado com o perfil já existente (em baixo).

Após análise das alternativas propostas, verifica-se que o esboço 3 reúne todas as mais-valias solicitadas e permite, numa fase inicial e provisória, sem demais aperfeiçoamento do perfil, um aumento da cota de drenagem de 1,90 para 5,28 mm (figura 23), correspondendo a um aumento de secção de 10,8 para 49,6 mm², mantendo a inclinação favorável ao escoamento e uma margem para a fresagem.

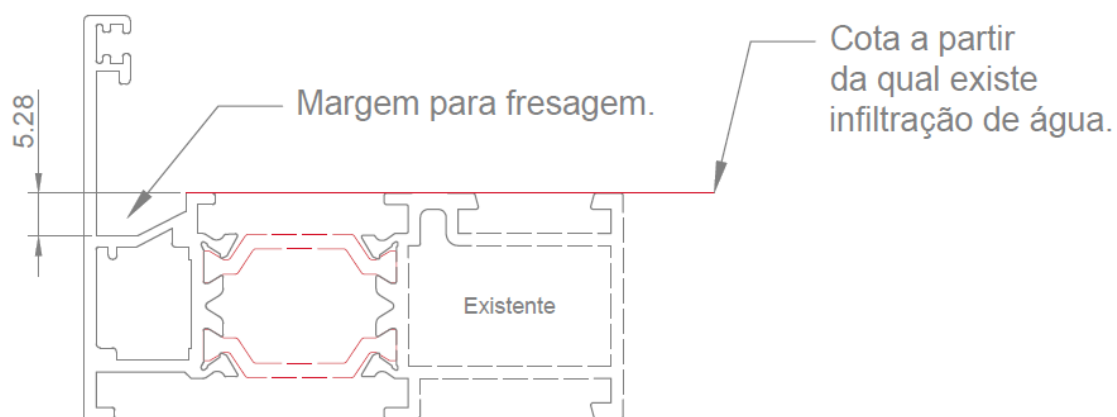


Figura 23 - Pormenor da cota de drenagem provisória do esboço 3.

Partindo com base no esboço 3, segue-se o desenvolvimento com o foco do aumento do interesse do mercado em sistemas mais robustos e de maior dimensão.

Não sendo recomendável o aumento exagerado das larguras dos perfis, o que compromete as tolerâncias de abertura e limita a utilização do sistema em vãos de dimensões reduzidas, procura-se um sistema que seja mais largo e que permita uma melhor união das esquadrias, evitando, no entanto, um incremento substancial do custo do sistema.

3. Desenvolvimento do novo sistema

Sendo conhecida a importância de um correto aperto da esquadria da parte exterior do perfil, de forma a garantir a estanqueidade deste ponto frágil da união entre duas peças de aro fixo, a opção de utilizar um esquadro de aperto de maiores dimensões é ideal para obter maior rigidez e uniformidade na junção da esquadria (figura 24). Os esquadros de aperto, quando colocados nos canais interiores dos perfis permitem obter uma união rígida por via do atrito existente nas extremidades dos mesmos.

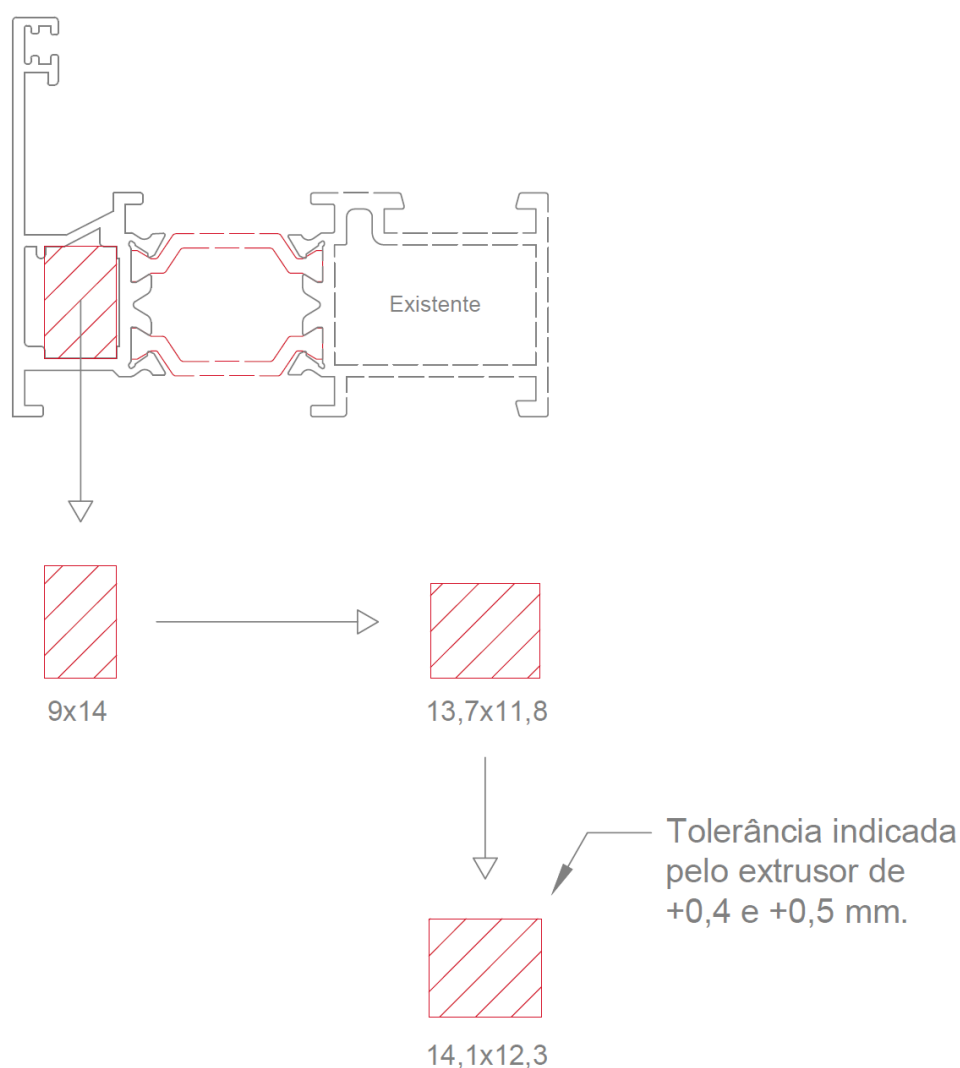


Figura 24 - Medidas da atual caixa de esquadro e de uma opção de maior dimensão.

Dentro das opções disponíveis no leque de acessórios dos sistemas existentes, e tendo a oportunidade de colocar um esquadro já conhecido e utilizado em outros sistemas, o esquadro de aperto injetado MONTICELLI 0460 (13,7x11,8 mm) em Zamak (liga de zinco, alumínio, magnésio e cobre) foi o artigo selecionado.

3. Desenvolvimento do novo sistema

Face à necessidade de aumentar a largura do sistema de forma a ter a dimensão interna capaz de receber o novo esquadro, a única opção viável que não afetaria os pormenores primários fundamentais do sistema seria afastar a parte mais exterior do semi-perfil.

Assim, como forma de tornar o sistema mais atual e apelativo ao nível dos requisitos de medidas do mercado, sem, no entanto, aumentar de forma excessiva o custo do sistema, selecionou-se a medida de 72 mm para a cota final do perfil (figura 25), uma vez que esta não só permite a utilização do esquadro pretendido, como também se encontra igualmente espaçada, a 5 mm, tanto do sistema abaixo com 67 mm como do sistema acima com 77 mm.

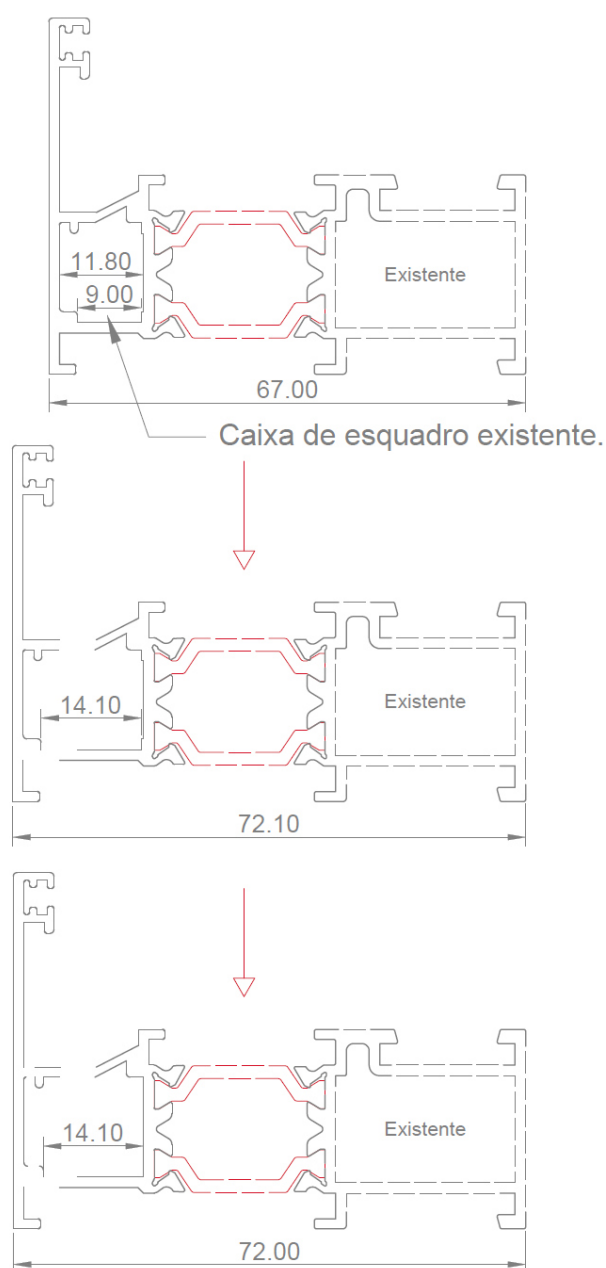


Figura 25 - Aumento da largura do aro fixo afastando a parede exterior (esquerda).

3. Desenvolvimento do novo sistema

Aproveitando a necessidade de criar uma nova matriz, foi decidido efetuar algumas alterações com efeito reduzido no enquadramento dos objetivos propostos, mas que permitem melhorar, entre outros aspetos, a funcionalidade do sistema.

Foi realizada uma alteração para a uniformização da base (pés de apoio) do perfil, de forma a obter simetria dos extremos, para possível e posterior utilização com perfis complementares, soleiras e uniões de aros (figura 26). Estes apoios eram diferentes anteriormente pois não existia, na altura da sua criação, a necessidade desta uniformização.

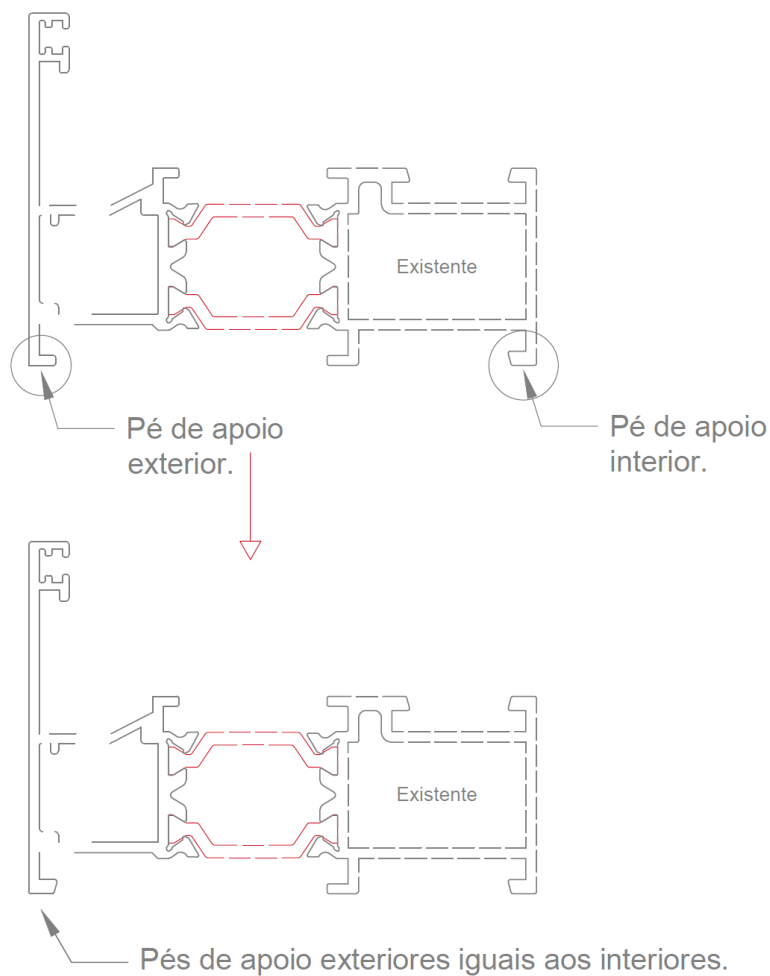


Figura 26 - Uniformização dos apoios do perfil.

É realizada a retificação da caixa para o esquadro de alinhamento (E.A.) de forma a permitir a colocação do esquadro atualmente usado nos restantes perfis e que não se encontrava, anteriormente, em uso, nestes. A utilização destes esquadros de alinhamento prende-se com a necessidade de alinhar as extremidades dos perfis, de forma a facilitar a sua fixação definitiva com os esquadros de aperto e a prevenir eventuais deslocamentos nas esquadrias.

Efetua-se a remoção de uma porção de alumínio desnecessária e sem efeito na funcionalidade do perfil e também o alinhamento da plataforma inferior do semi-perfil exterior pela extremidade com cota inferior (acima dos apoios) do semi-perfil interior de forma a baixar o posicionamento do esquadro e consequentemente permitir o aumento da cota do canal de drenagem (figura 27).

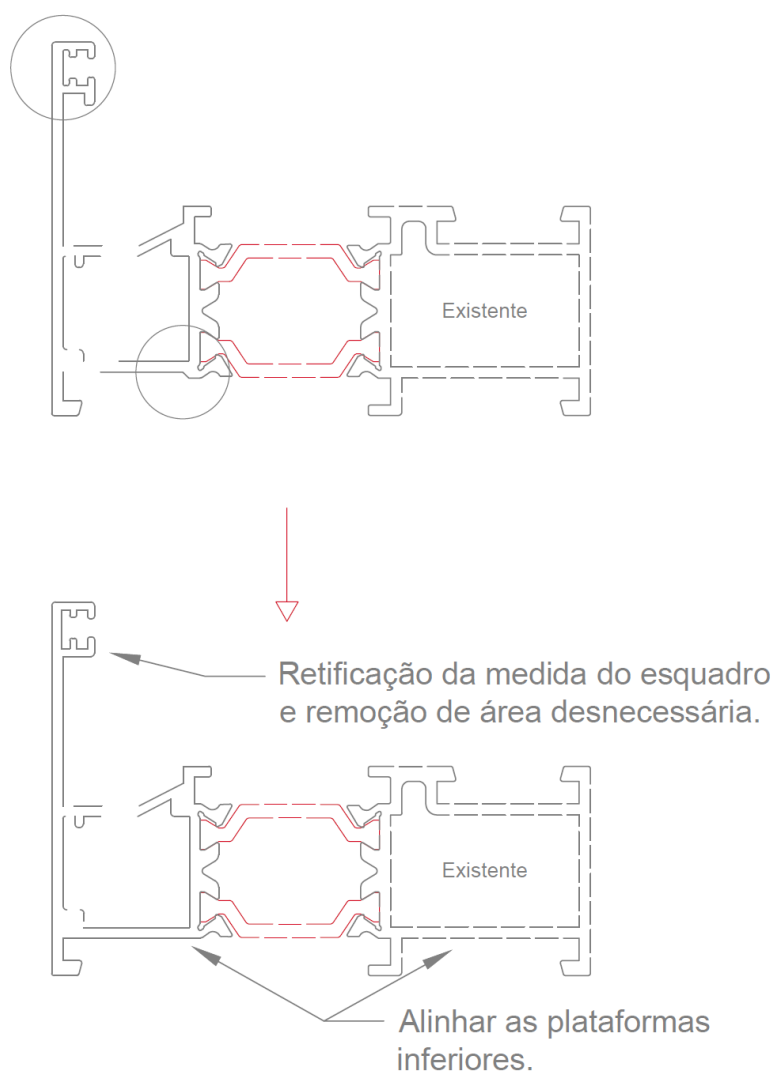


Figura 27 - Alterações à base do perfil e à medida da caixa do esquadro de alinhamento.

3. Desenvolvimento do novo sistema

De forma a posicionar o esquadro na sua localização final, e sendo esta uma das exigências mais importantes do ponto de vista da diferenciação deste sistema, foi feita a adaptação e construção da caixa e dos apoios para o esquadro MONTICELLI 0460, de acordo com as tolerâncias da empresa de extrusão (anteriormente apresentadas) e aproveitando o espaço disponível de forma a maximizar o tamanho do canal de drenagem (figura 28).

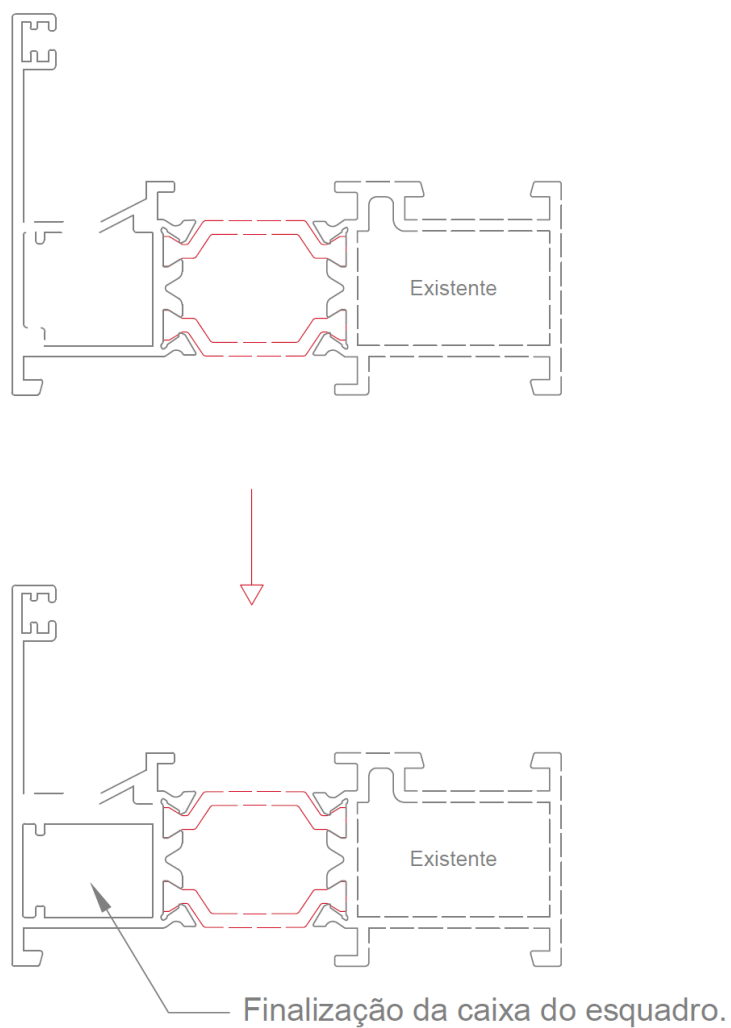


Figura 28 - Conclusão da caixa para esquadro 0460.

Finalizada a construção da caixa do esquadro e dos restantes pormenores previamente mencionados, pode ser concluído o desenho do perfil, com foco na melhoria e aumento do canal de drenagem.

Assim, é realizada a adaptação do canal de drenagem com base na altura da caixa de esquadro terminada e no posicionamento dos apoios para o esquadro, sendo mantido o esquema de rampa e margem plana anteriormente escolhido (figura 29).

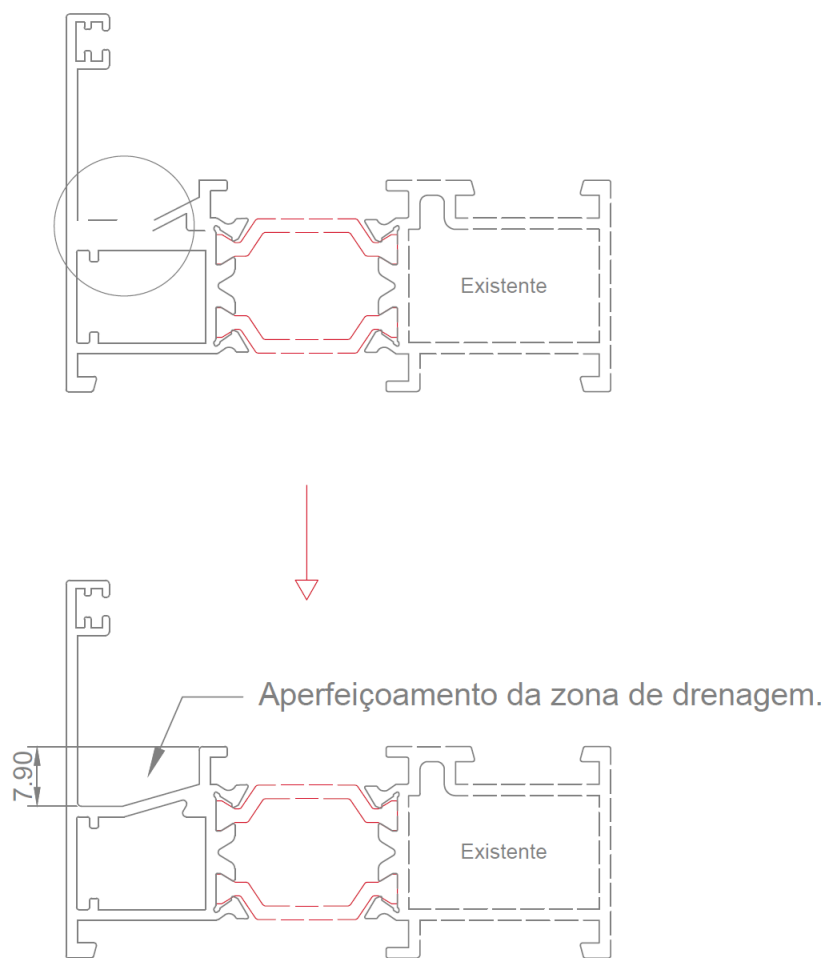


Figura 29 - Conclusão do canal de drenagem.

3. Desenvolvimento do novo sistema

O processo de desenvolvimento permitiu chegar a um aro fixo (figura 30) que não só cumpre com os objetivos propostos ao nível da drenagem e da largura do perfil composto, como também permite uniformizar o sistema ao nível dos complementos e dos acessórios e ferragens. É de notar o aumento considerável da secção do canal de drenagem, que em relação ao semi-perfil exterior existente, teve um aumento superior a 10 vezes a sua área da secção (de 10,8 para 112,5 mm²).

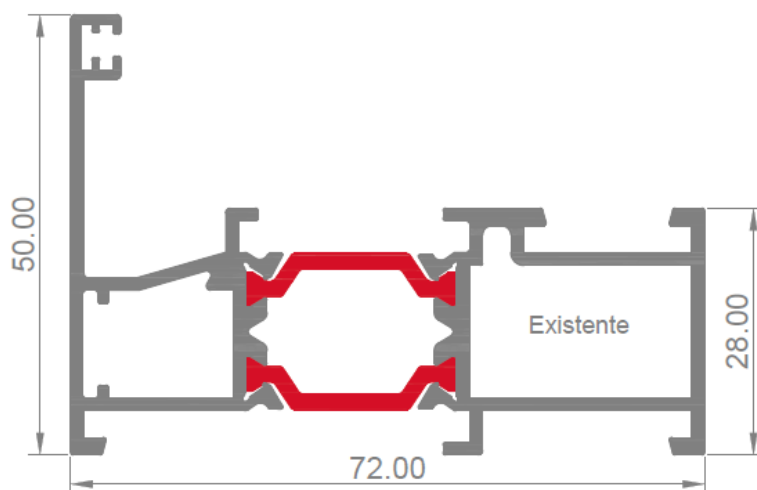


Figura 30 - Aro fixo final base (28 mm) de 72 mm.

3.1.1 Aplicação aos restantes aros fixos

Tendo em conta que foram respeitados todos os pormenores primários, são mantidas inalteradas as extremidades dos perfis, assim como todos os pontos de encaixe com as poliamidas que fazem ligação aos semi-perfis interiores. Logo, a transformação dos restantes aros fixos é alcançada pela introdução das zonas alteradas do aro fixo base nos restantes. Estes perfis variam apenas nas suas alturas, aro fixo médio (figura 31) e aro fixo alto (figura 33), ou no facto de possuírem na parte inferior da sua extremidade exterior um “clip” (figura 32), reentrância com a função de permitir a utilização conjunta por encaixe com outros perfis.

Apesar de nestes perfis as alterações seguirem o procedimento e resultado já aprovado no perfil base, mantém-se, para cada um dos desenhos, o escrutínio necessário para a aprovação dos mesmos.

3. Desenvolvimento do novo sistema

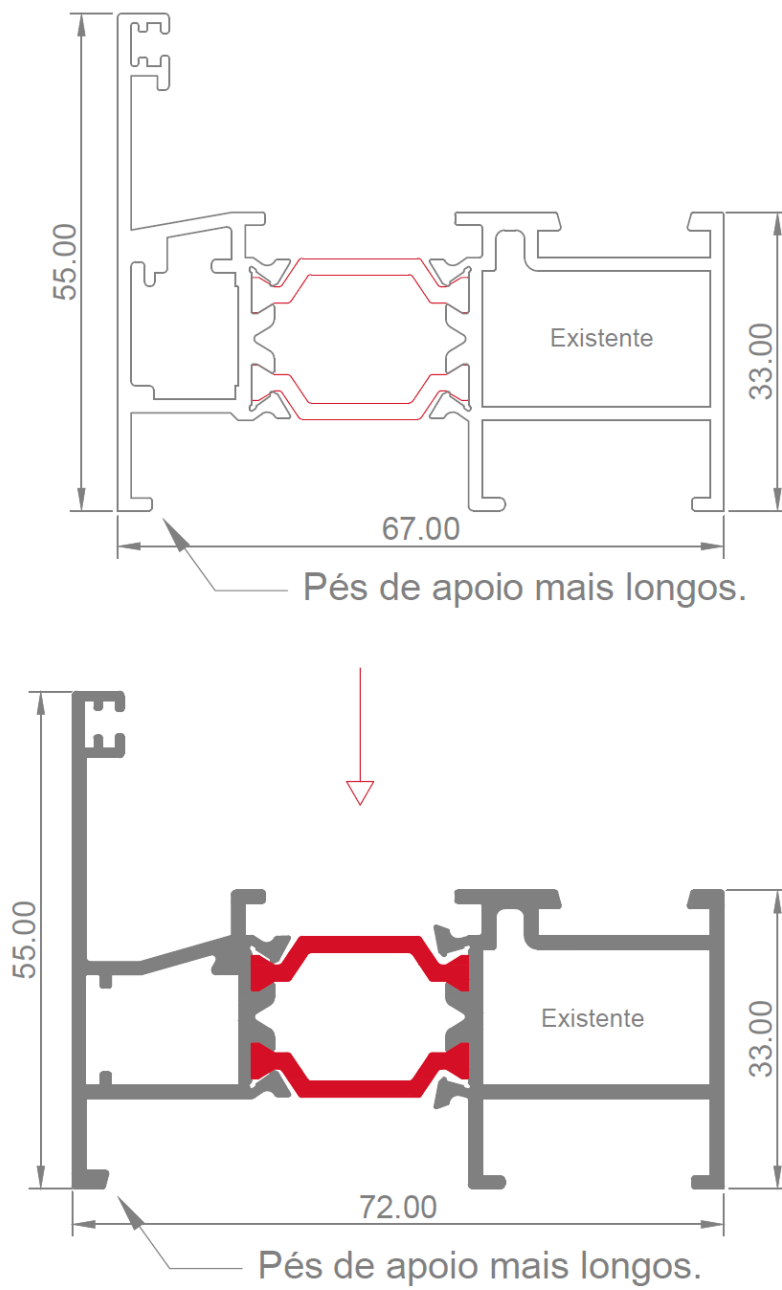


Figura 31 - Aro fixo médio (33 mm).

3. Desenvolvimento do novo sistema

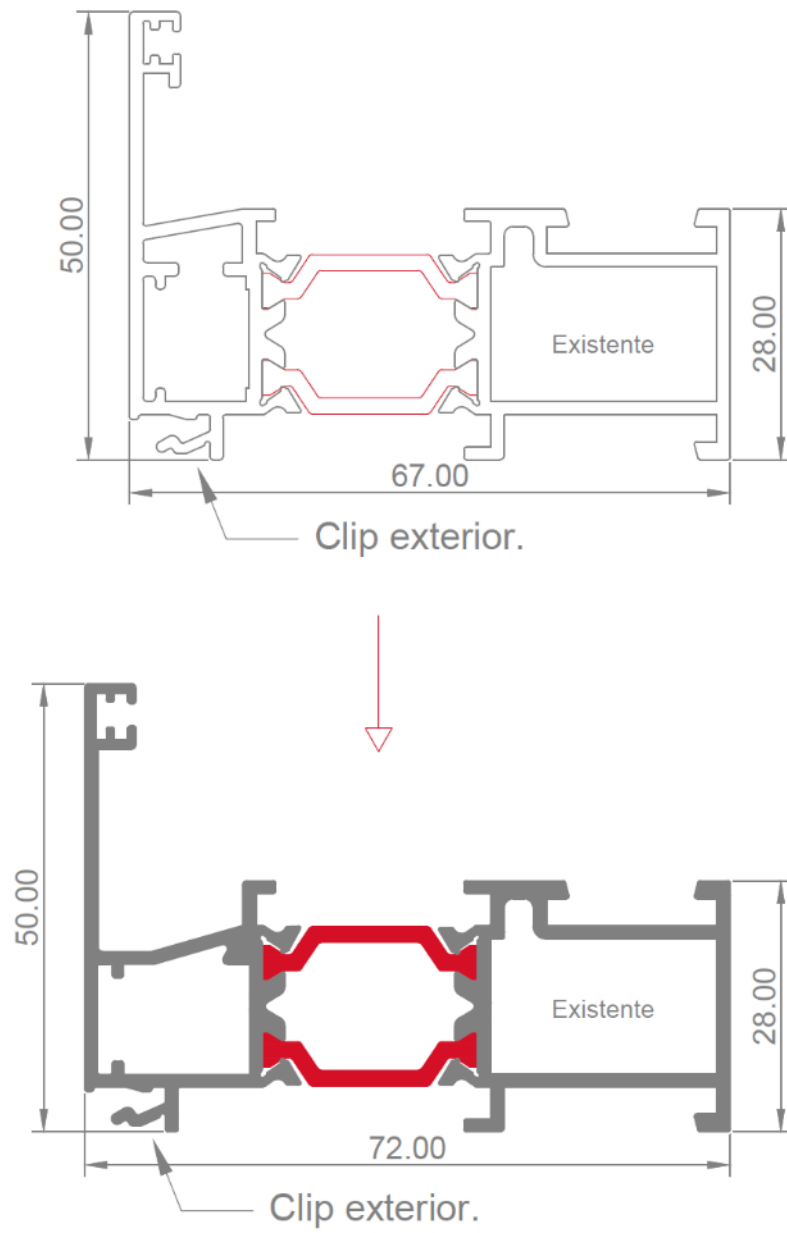


Figura 32 - Aro fixo com clip exterior.

3. Desenvolvimento do novo sistema

O aro fixo alto (figura 33) é o único aro fixo a necessitar de alteração relevante ao desenho original devido à mais significativa diferença de alturas.

Neste, foi necessário modificar o interior da caixa de esquadro de forma a permitir o apoio da parte superior do esquadro de aperto e a manter a dimensão do canal de drenagem sem alterações.

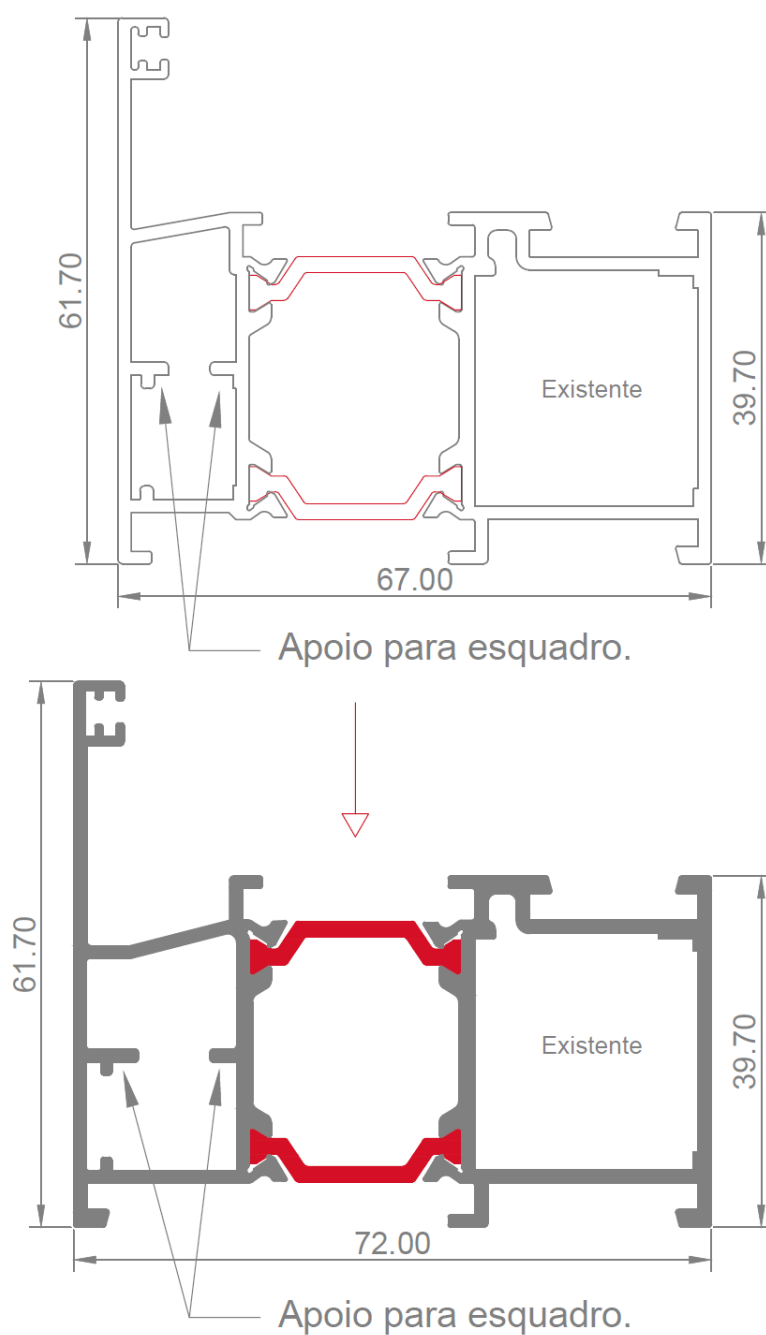


Figura 33 - Aro fixo alto (39,7 mm).

3. Desenvolvimento do novo sistema

3.2 Desenvolvimento do aro móvel base

O aro móvel (figura 34) dos sistemas de batente é o perfil com o qual o utilizador tem contacto no decorrer do funcionamento do caixilho. Para além de ser o perfil que é movimentado na abertura dos caixilhos, cabe-lhe a função de suportar o vidro ou qualquer que seja o enchimento que faz parte do vão.

Apesar das condicionantes específicas a que está sujeito, os pontos fundamentais para a sua construção são os mesmos do aro fixo, com o pormenor de que neste perfil não é tão representativa a influência da drenagem, visto que são muito menos relevantes os problemas de infiltrações para o interior pela parte móvel. E estes, quando existem, são de fácil solução pois advêm, geralmente, da inadequada abertura de rasgos para escoamento e da incorreta selagem das esquadrias.

De qualquer forma, foi considerado proveitoso tomar medidas de forma a prevenir e melhorar os canais de escoamento do perfil, assim como a uniformizar, mais uma vez, os mesmos.

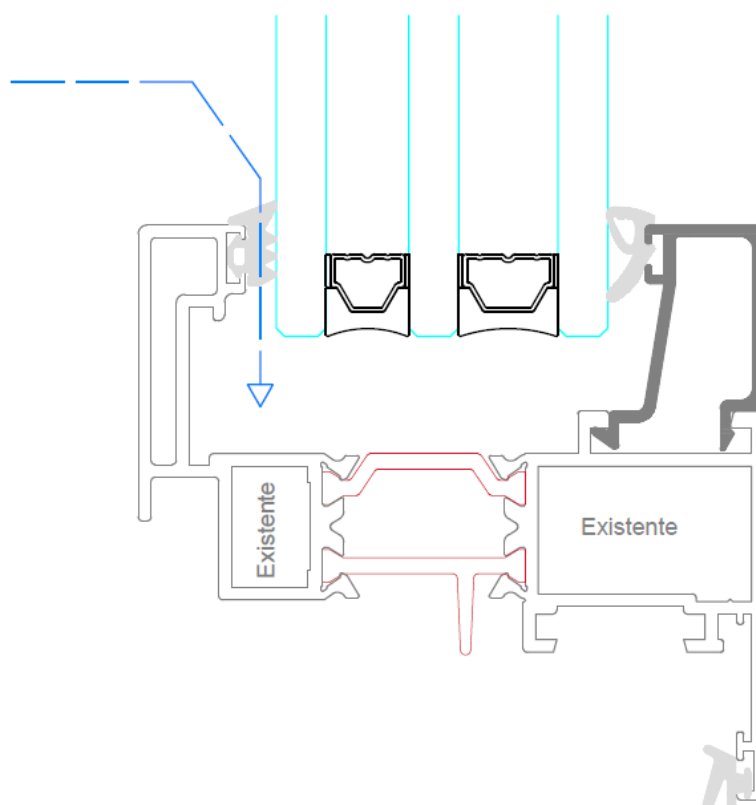


Figura 34 - Esquema do aro móvel de janela DOMO 67RTE indicação da possível origem das infiltrações (seta a tracejado).

3. Desenvolvimento do novo sistema

De forma semelhante ao aro fixo, o primeiro passo foi o aumento da largura do semi-perfil exterior em 5 mm, de forma a manter a proporção relativa existente entre estes. Para tal, o aumento foi realizado na caixa de esquadro de forma a verificar a possibilidade de colocar também, neste local, um esquadro maior e mais robusto.

Ao aumentar o perfil numa zona central como o interior da caixa de esquadro (figura 35), não se altera a localização de nenhum dos pontos críticos (zonas limite de contacto e encaixes para vedante e para poliamidas).

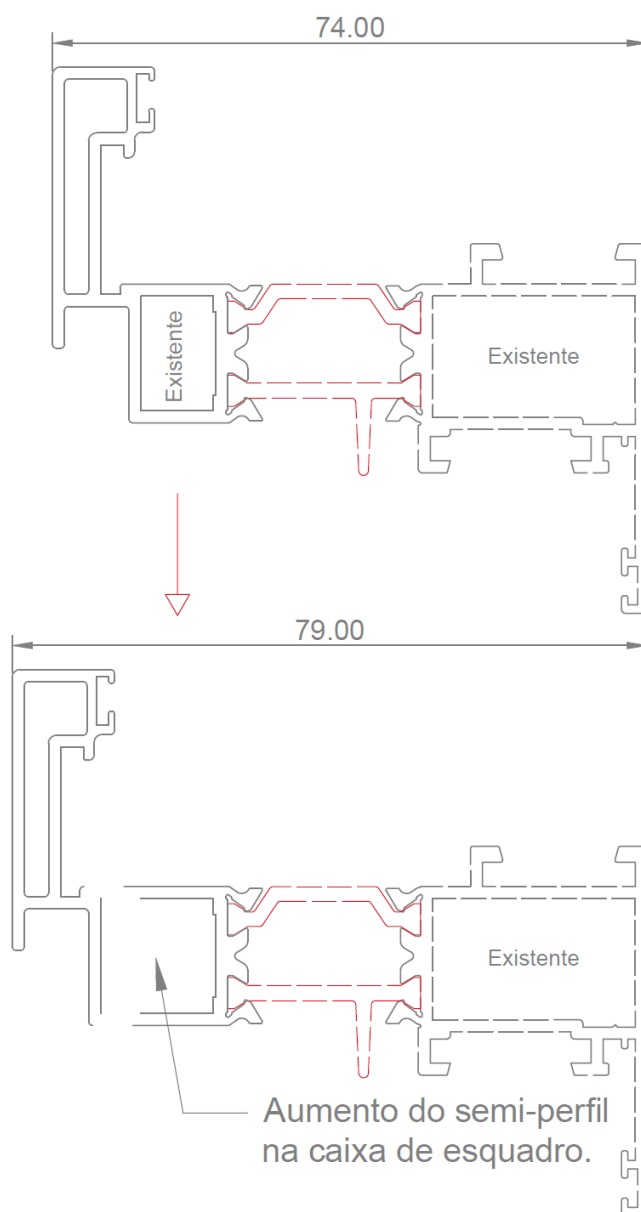


Figura 35 - Aumento da largura do aro móvel.

3. Desenvolvimento do novo sistema

Para a construção da caixa de esquadro e com base nos esforços de uniformização do novo sistema, era necessária a adoção das mesmas medidas de esquadro do aro fixo, em detrimento de quaisquer outras. Assim optou-se também pela colocação do esquadro MONTICELLI 0460, como representado na figura seguinte (figura 36).

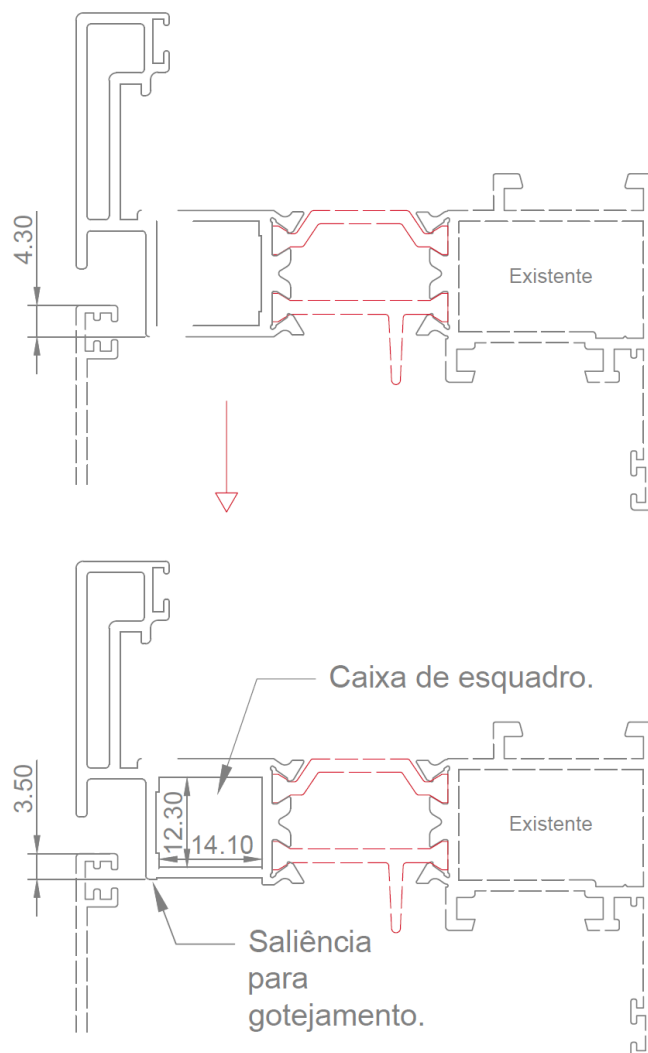


Figura 36 - Adaptação da caixa de esquadro e introdução de saliência para gotejamento.

Sendo as medidas da nova caixa de esquadro de aperto conhecidas, no sentido da largura do perfil verifica-se que não existe margem de espaço livre dentro da caixa de esquadro existente, pelo que esta ocupou praticamente todo o espaço disponível.

No sentido da altura existia algum espaço livre, uma vez que o esquadro previamente instalado necessitava de mais espaço nesse sentido. Assim foi colocada uma saliência na extremidade inferior de forma a facilitar o gotejamento da água (figura 36), e a parte inferior foi subida 0,8 mm para melhorar as tolerâncias de abertura, mantendo a sobreposição necessária para o funcionamento do vedante exterior de batente.

Para permitir que os vedantes possam ser utilizados em todos os encaixes onde possam ser necessários, a caixa de vedante exterior de vidro foi alterada para a medida existente na do aro fixo, conseguindo-se assim ter apenas um vedante exterior de vidro a funcionar tanto para vãos fixos como de abertura (figura 37).

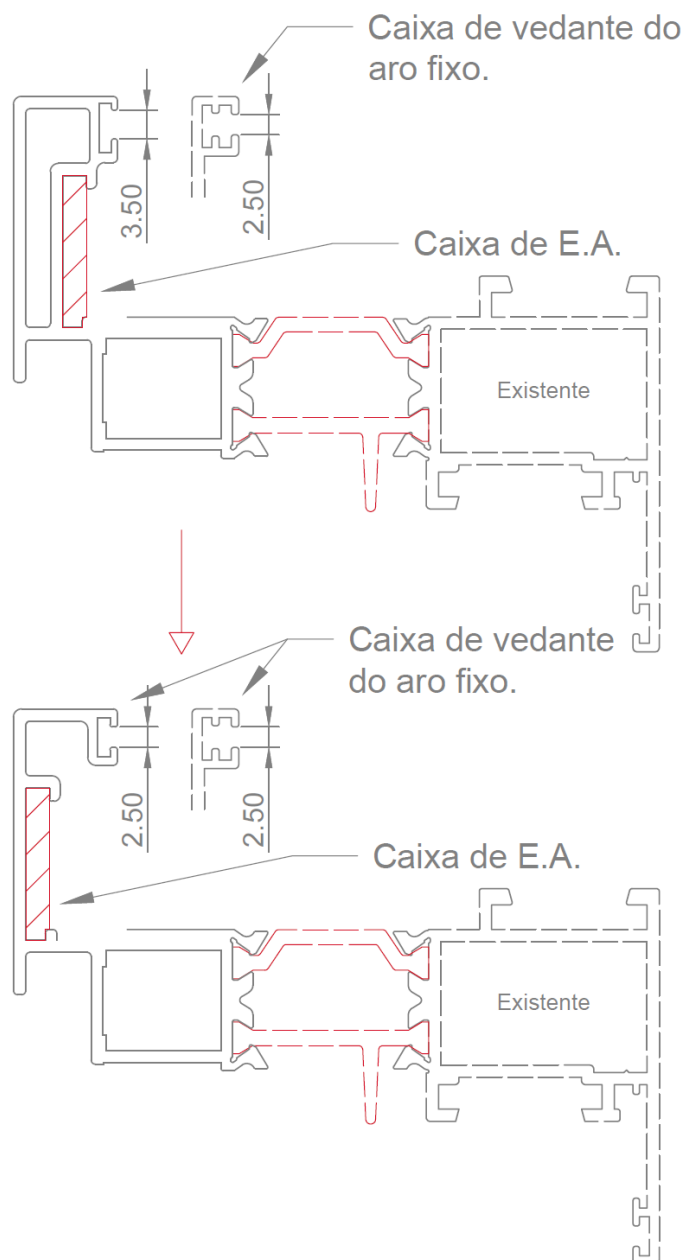


Figura 37 – Aplicação no aro móvel da caixa de vedante do aro fixo e uniformização e reposicionamento da caixa do esquadro de alinhamento.

Esta alteração potenciou a recolocação dos apoios do esquadro de alinhamento, assim como a consequente eliminação de uma caixa de ar considerada desnecessária e a remoção substancial de área da secção do perfil dessa mesma caixa.

3. Desenvolvimento do novo sistema

De forma a fechar a parte superior do perfil foi introduzida uma ligeira inclinação, de forma a favorecer a drenagem (figura 38) sem prejudicar o correto assentamento de qualquer que seja o enchimento utilizado no perfil, e que apoia sobre esta área.

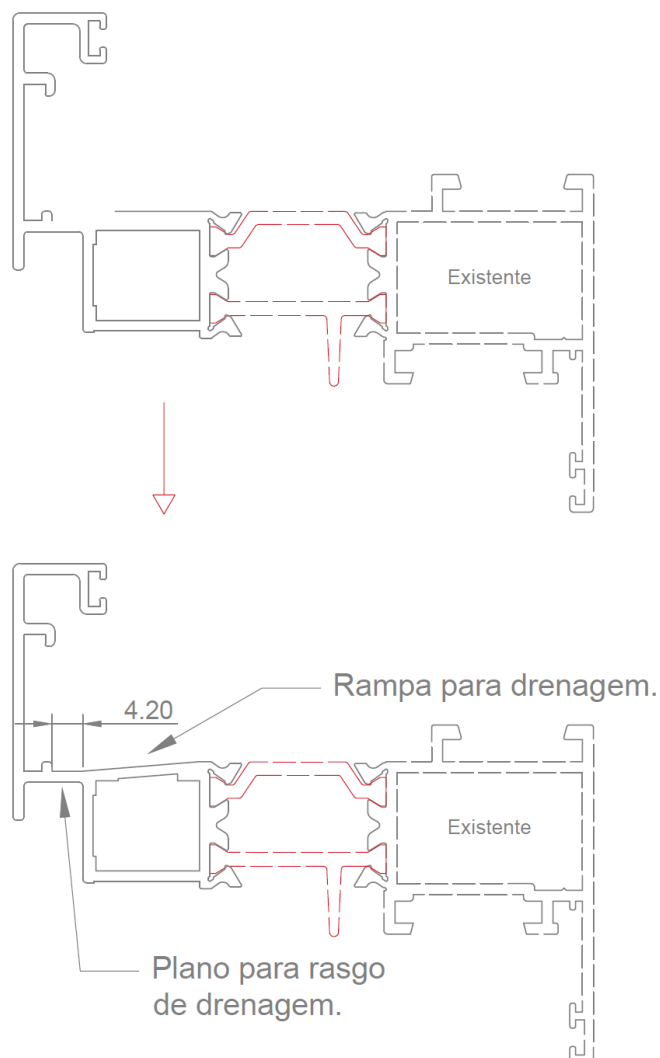


Figura 38 - Finalização da parte superior do semi-perfil.

Em semelhança ao aro fixo, foi colocada uma superfície plana (neste caso com 4,2 mm) para os rasgos de drenagem que, nos perfis de aro móvel, são feitos numa superfície horizontal não exposta, por motivos estéticos e para evitar a utilização de goteiras na superfície exterior do perfil.

Pode também verificar-se, principalmente nas paredes em torno da caixa de esquadro, os esforços realizados para minimizar a espessura do perfil através da colocação dos apoios para o esquadro apenas nos pontos de contacto com o mesmo e não em todas as faces da sua caixa. Esta ação permite reduzir a secção global do perfil, e, por conseguinte, reduzir a sua massa.

Após o desenvolvimento do perfil ter alcançado as metas de aumento da sua largura, de colocação de um esquadro de aperto de maior dimensão e igual ao do aro fixo no semi-perfil exterior e de introdução de uma rampa na zona de escoamento, fica assim concluído o desenho provisório do aro móvel de linha direita (figura 39).

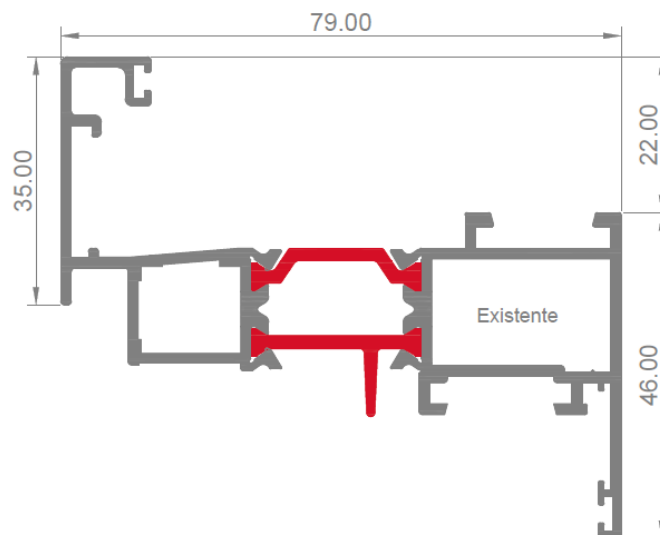


Figura 39 – Aro móvel de janela de linha direita provisório.

Após esta fase, coloca-se em questão o correto funcionamento do perfil de aro móvel de janela em vãos de dimensão (largura de abertura) reduzida, pois, é de conhecimento comum e resultado de experiências anteriores o facto de que em sistemas de batente, o aumento da largura dos perfis aumenta a medida mínima de abertura possível de um vão.

Assim, permanece a necessidade de verificar a viabilidade da poliamida e as vantagens ou desvantagens da troca da mesma por uma outra com o mesmo formato, mas posicionando a extremidade de contacto com o vedante central em local diferente, ou mesmo a adoção de um desenho diferente para a poliamida inferior.

3. Desenvolvimento do novo sistema

Verifica-se com os sistemas atuais que quanto maior for a largura dos perfis, mais perto das extremidades exteriores dos mesmos se deve dar o contacto entre a poliamida e o vedante (figura 40). Tal deve-se ao facto de que para qualquer objeto, ou neste caso para a parte móvel de um caixilho, o aumento da largura de uma das extremidades leva ao aumento da medida da sua diagonal, impossibilitando a sua rotação completa.

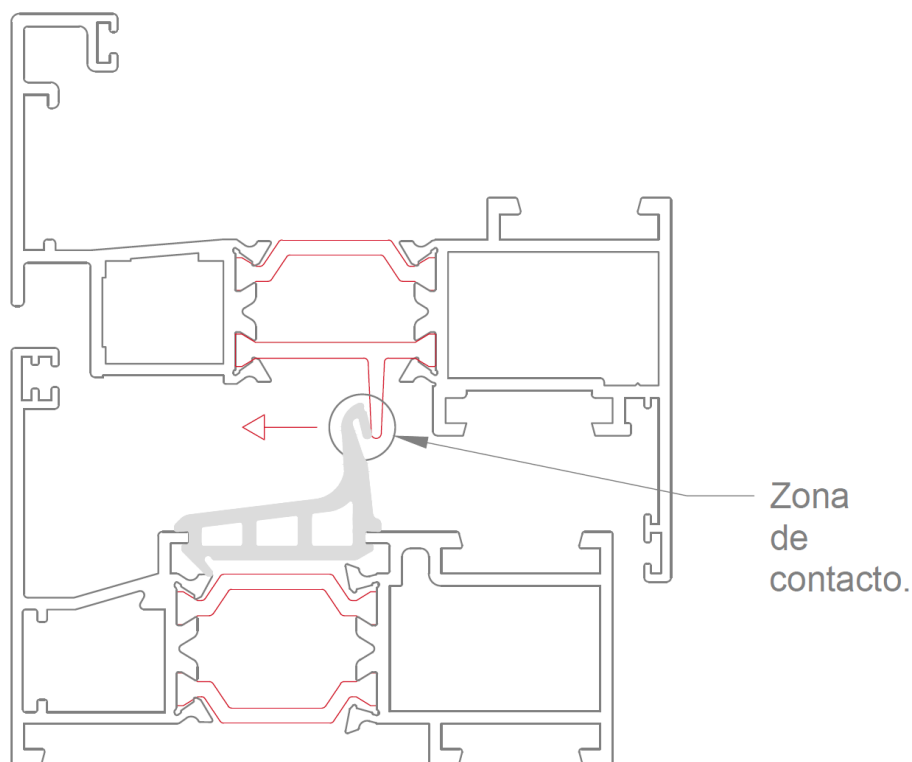


Figura 40 - Pormenor do ponto de contacto da poliamida com a vedação central, mantendo a poliamida e o vedante originais.

Para verificar o requisito da medida mínima recomendada para a abertura de uma janela de uma folha (500 mm de largura da parte móvel do caixilho), é traçado o raio de abertura da mesma e é verificada a existência de contacto do ponto mais saliente do perfil, limite da sua diagonal, com a vedação central quando os dois se cruzam (figura 41).

Apesar da medida mínima considerada ser fixa e igual a 500 mm, o raio de abertura varia de sistema para sistema e é neste caso de 489,92 mm.

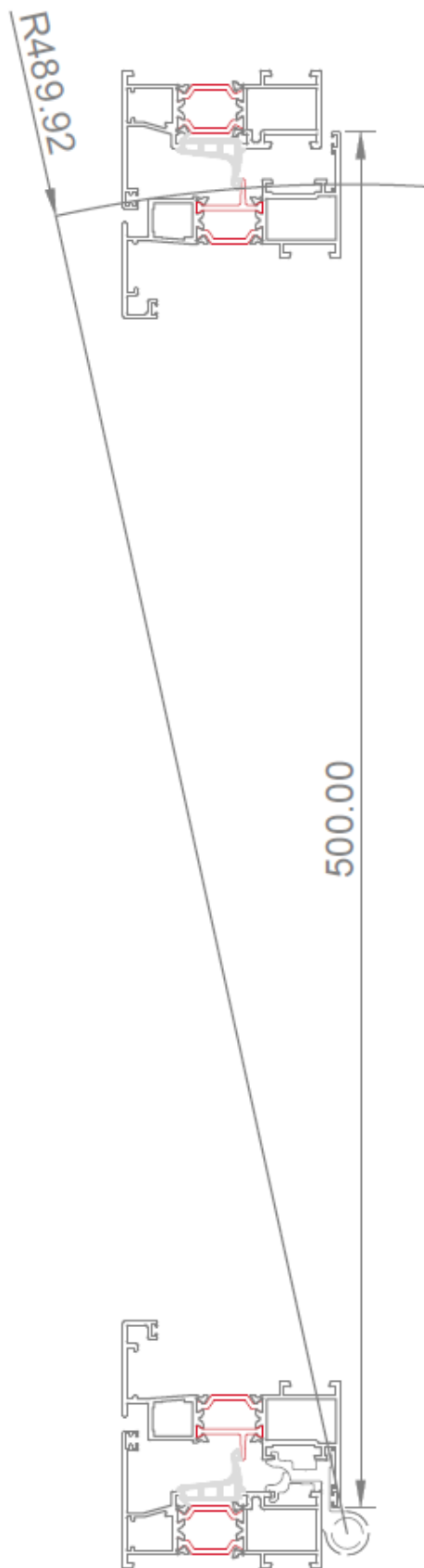


Figura 41 – Traçado do raio de abertura mínimo.

3. Desenvolvimento do novo sistema

De acordo com o pormenor da figura 42, é possível verificar que, apesar de ligeiro, existe um contacto entre a linha traçada para o raio de abertura do perfil e o vedante central, o que significa a existência de uma resistência ao movimento (fecho ou abertura) por parte da janela.

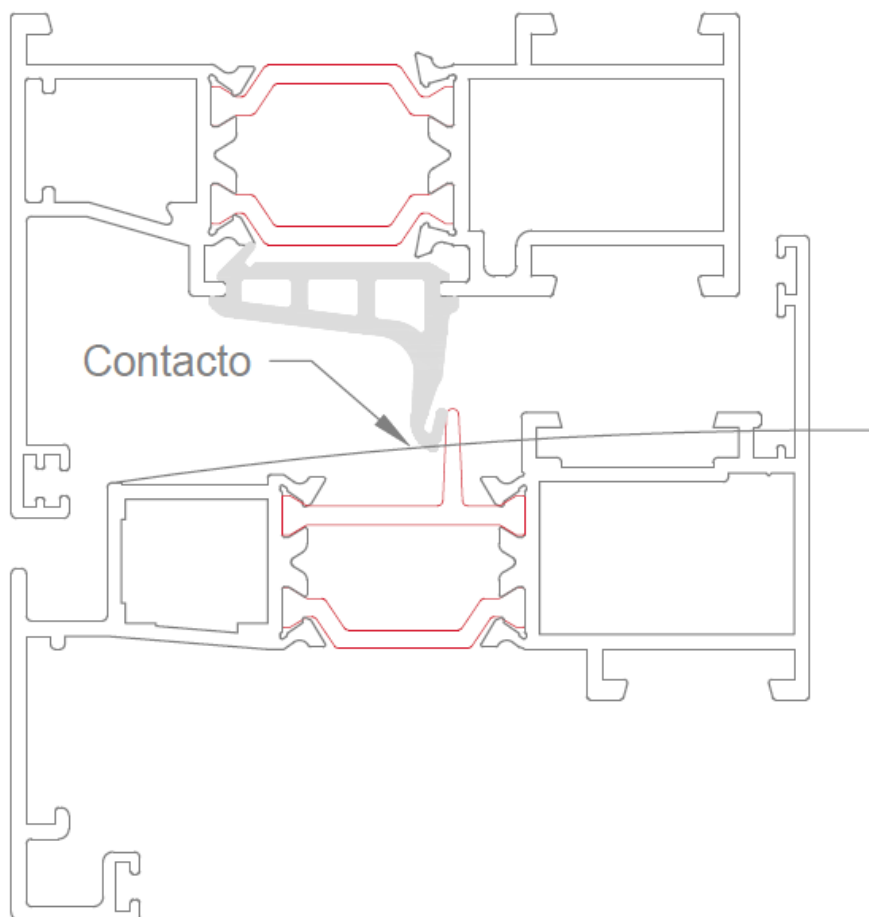


Figura 42 - Pormenor da zona de contacto da figura 41.

Este pormenor, aliado ao facto de existirem alguns fatores negativos em relação à poliamida existente, destacando-se a assimetria da poliamida que causa alguns constrangimentos no processo de cravação e a ausência de uma caixa de ar no interior da mesma (desvantagem estética e em termos de resistência do perfil), levou à decisão de alterar a poliamida inferior dos aros móveis por uma que cumpra com estes requisitos.

Esta escolha, apesar de ir contra a intenção inicial de manter todas as poliamidas já existentes, providencia a oportunidade de adicionar um elemento diferenciador ao sistema por via da colocação de uma poliamida com caixa de ar.

A alteração da poliamida inviabiliza o vedante central existente, logo, de forma semelhante à situação da poliamida, interessa solicitar a criação de um novo vedante que esteja também mais adequado às necessidades de eficiência de um sistema com maior largura de base.

Sendo que ambos sofrem de requisitos específicos de produção, foi solicitada uma proposta de poliamida e de vedante central aos fabricantes dos mesmos (figuras 43 e 44). Estas alterações são propostas pelas empresas fabricantes após análise dos perfis desenvolvidos pela ALEDI e tentam ir de encontro às necessidades propostas por esta.

Visto que o vedante central é dependente não só dos perfis de alumínio, mas também da poliamida, o seu desenvolvimento é condicionado pela necessidade da existência atempada de um desenho provisório desta.



Figura 43 - Proposta de nova poliamida com caixa de ar (fonte: ENSINGER PLASTICS).



Figura 44 - Proposta de novo vedante central com caixas de ar (fonte: PERVEDANT).

O desenvolvimento da poliamida foi totalmente realizado pelo seu fabricante (a empresa Alemã ENSINGER PLASTICS) de acordo com os requisitos de medida, simetria e caixa de ar solicitados pela ALEDI.

De forma semelhante, e posterior à apresentação da poliamida, o vedante central foi desenvolvido pela empresa portuguesa PERVEDANT de forma a garantir as condições de vedação necessárias ao bom funcionamento do sistema, dando origem à montagem que se pode verificar na figura 45.

Esta montagem foi sujeita à mesma verificação para o raio de abertura mínimo, apresentando desde o início melhores hipóteses de concretização devido ao avanço do ponto de contacto (figura 46).

3. Desenvolvimento do novo sistema

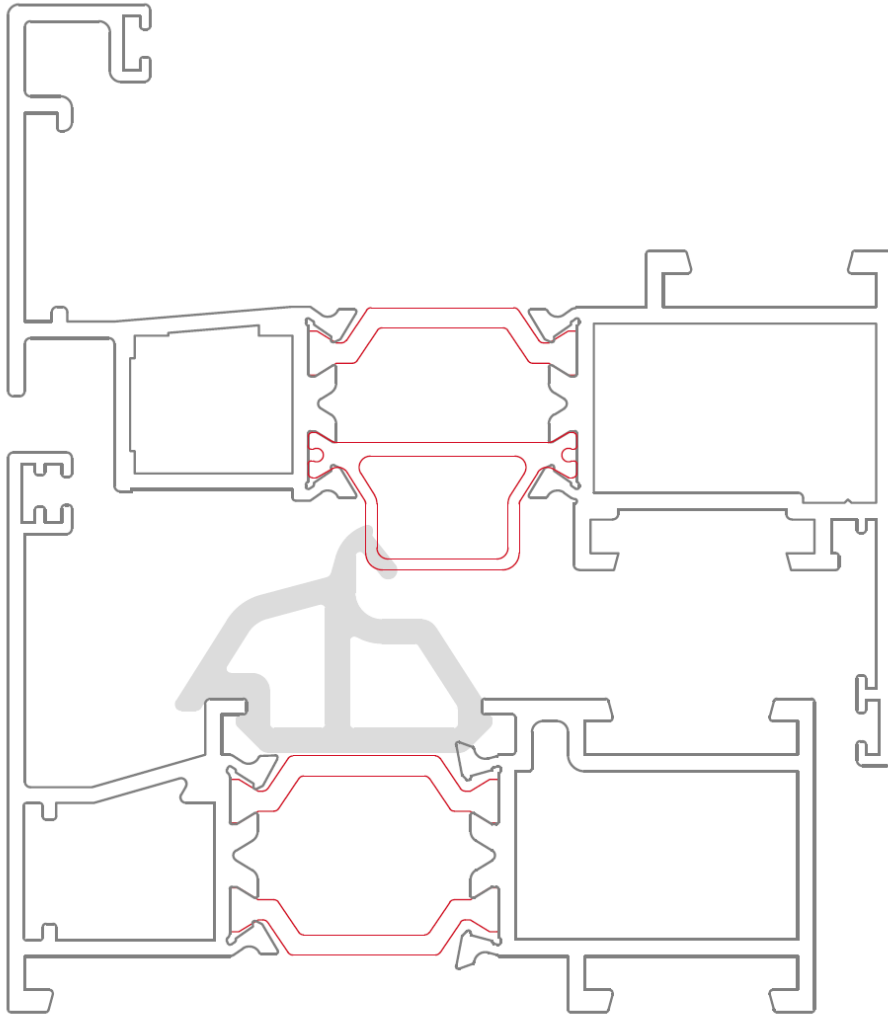


Figura 45 - Proposta de vedante central e poliamida aplicados nos respetivos perfis.

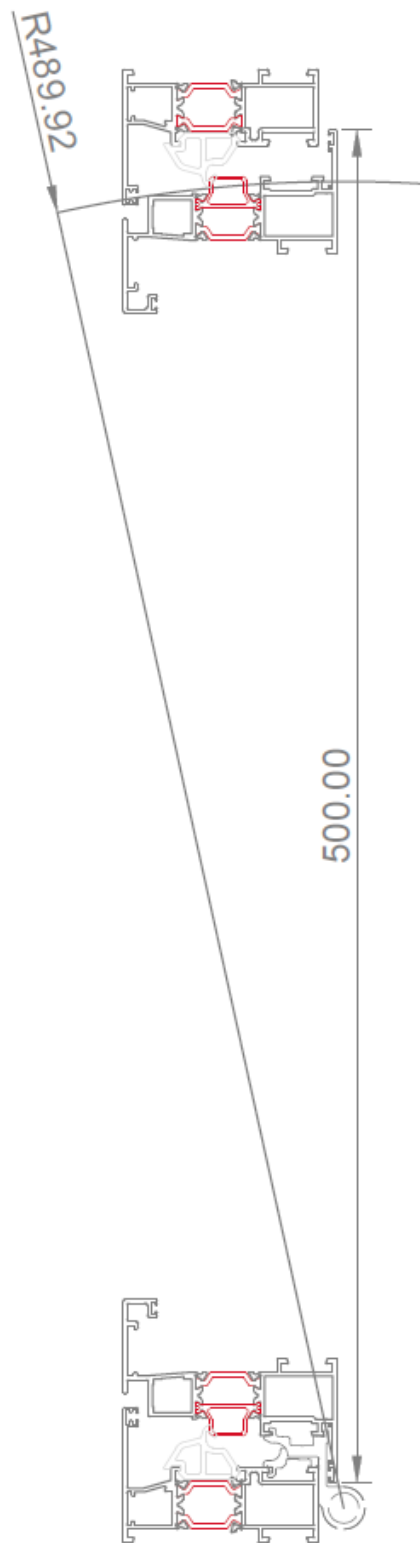


Figura 46 - Traçado do raio de abertura mínimo.

3. Desenvolvimento do novo sistema

Apesar da proximidade entre as extremidades (figura 47), as mesmas não contactam. Assim, e tendo em conta todas as outras vantagens associadas às alterações efetuadas, foi aprovada esta combinação de poliamida com vedante central.

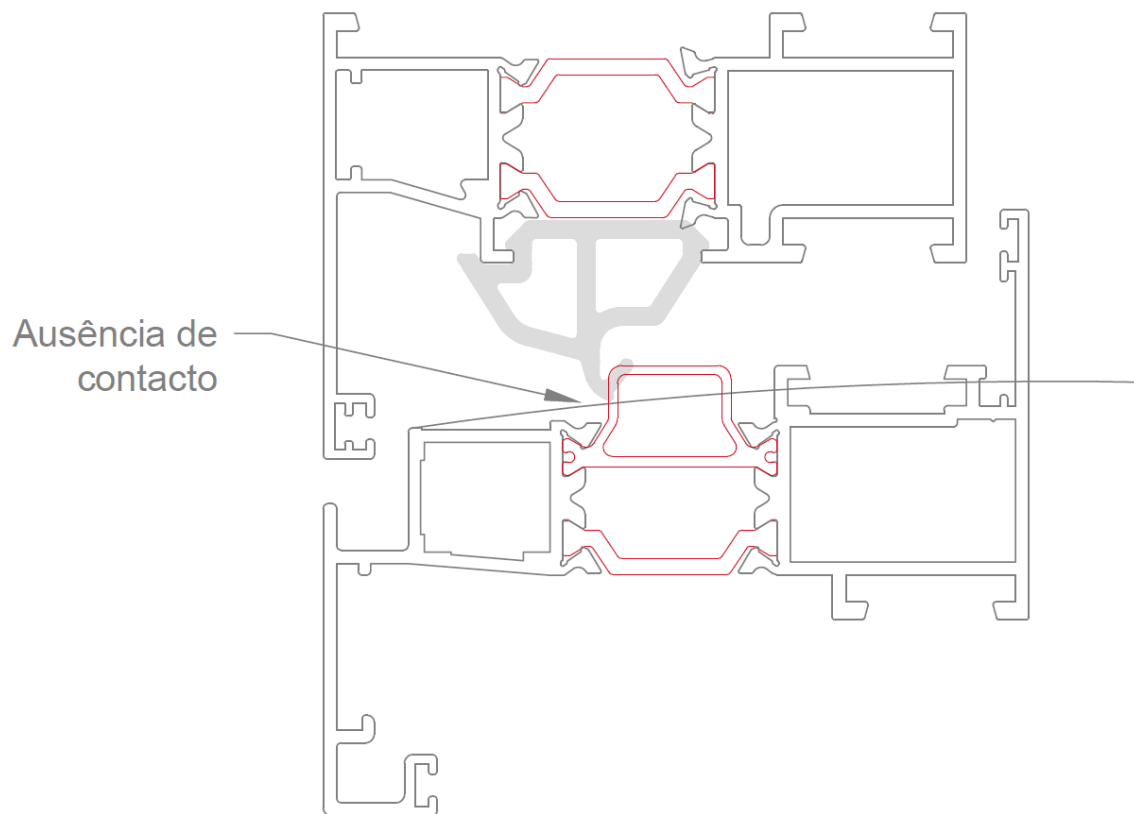


Figura 47 - Pormenor do ponto de contacto da figura 46.

Todas as alterações em conjunto permitiram chegar ao aro móvel final que se pode observar na figura 48. Este perfil não só alcançou o requisito de medida imposto pelos objetivos deste projeto, como conseguiu ainda apresentar mais valias significativas ao nível dos acessórios e da drenagem.

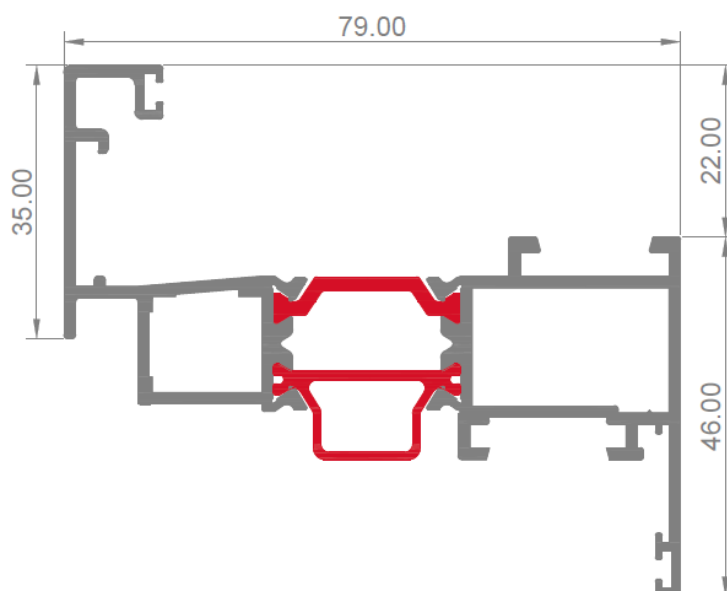


Figura 48 - Perfil de aro móvel de janela de linha direita final.

3.2.1 Desenvolvimento dos restantes aros móveis

Para o desenvolvimento dos restantes aros móveis é necessário um nível de alteração superior àquele aplicado aos aros fixos devido à maior complexidade dos mesmos, no entanto os procedimentos são semelhantes aos anteriormente aplicados e todos os semi-perfis finais partilham os mesmos pormenores construtivos.

No desenvolvimento de cada um dos aros móveis procurou-se manter a mesma plataforma de drenagem e a mesma caixa de esquadro, mesmo que fosse necessário alterar a localização das mesmas.

Existe também uma condicionante relacionada com a componente estética do perfil, na qual se faz referência ao facto de os mesmos serem de linha direita ou linha curva. Este pormenor é verificado na extremidade superior exterior dos perfis e diz respeito à esquina viva (ângulo de 90º) ou ausência dela (esquina arredondada), não tendo qualquer efeito na funcionalidade ou desempenho dos perfis.

3. Desenvolvimento do novo sistema

Assim, e de forma semelhante aos aros fixos, os aros móveis caracterizam-se também em função da sua altura. O perfil correspondente ao aro móvel de janela de linha direita já apresentado é o homónimo de linha curva (figura 49) com 35 mm de altura da face exterior. Seguidamente, os perfis intermédios com 47 mm de altura da face exterior são o aro móvel médio de linha direita (figura 50) e de linha curva (figura 51). Por fim, com a maior altura de face exterior de 59,7 mm temos os aros móveis de porta de linha direita (figura 52) e de linha curva (figura 53).

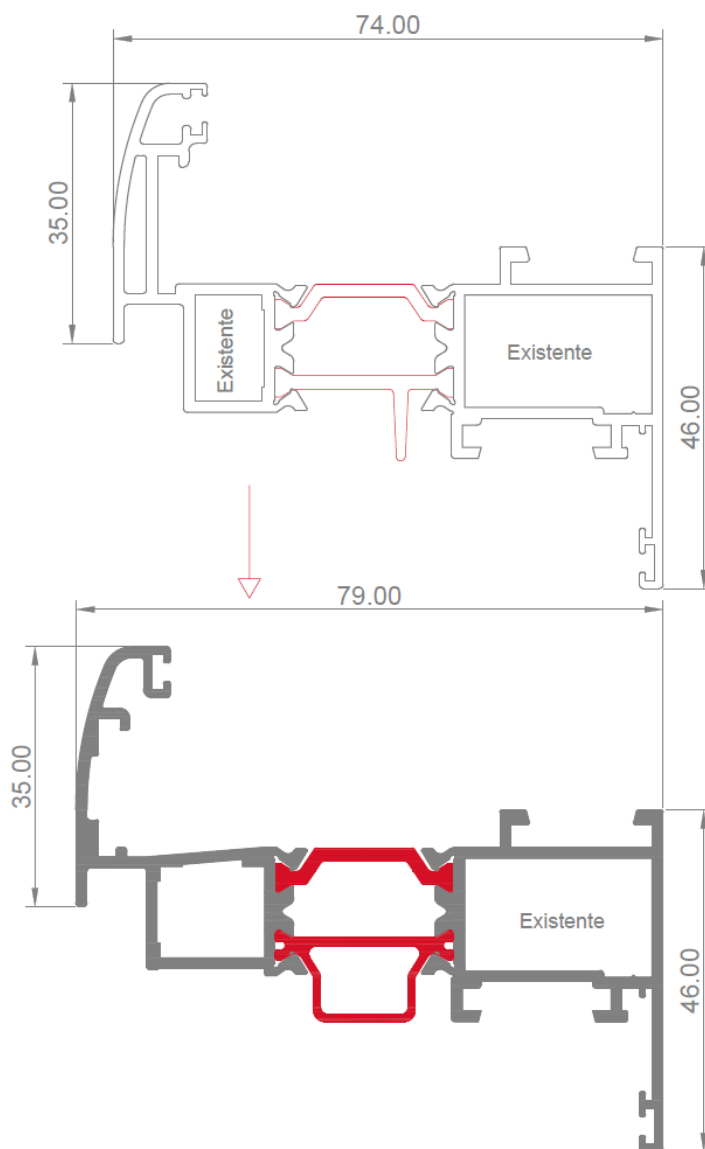


Figura 49 - Aro móvel de janela, linha curva.

3. Desenvolvimento do novo sistema

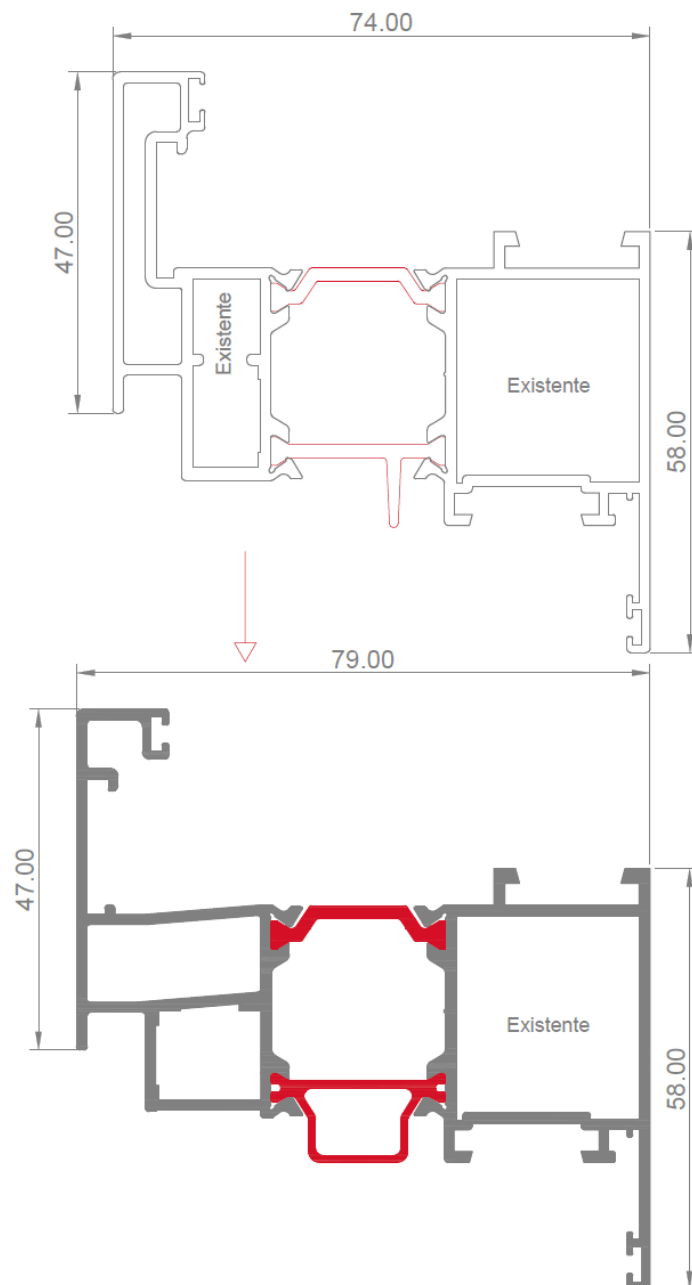


Figura 50 - Aro móvel médio, linha direita.

3. Desenvolvimento do novo sistema

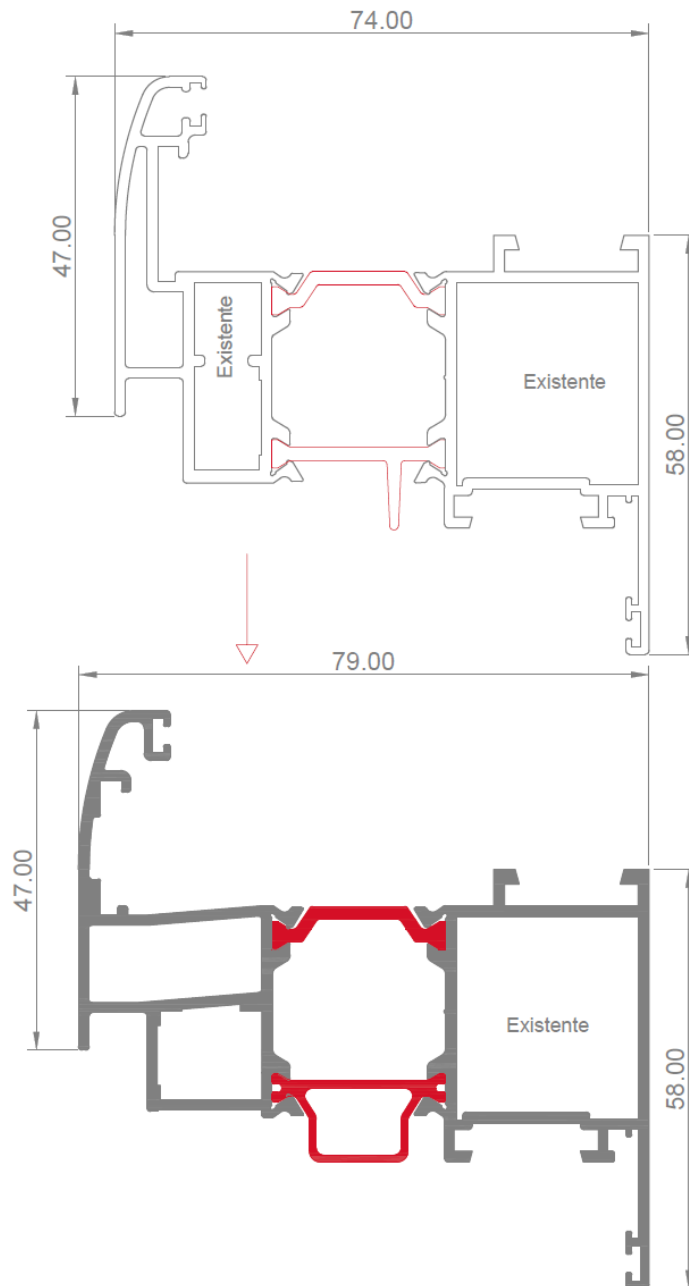


Figura 51 - Aro móvel médio, linha curva.

3. Desenvolvimento do novo sistema

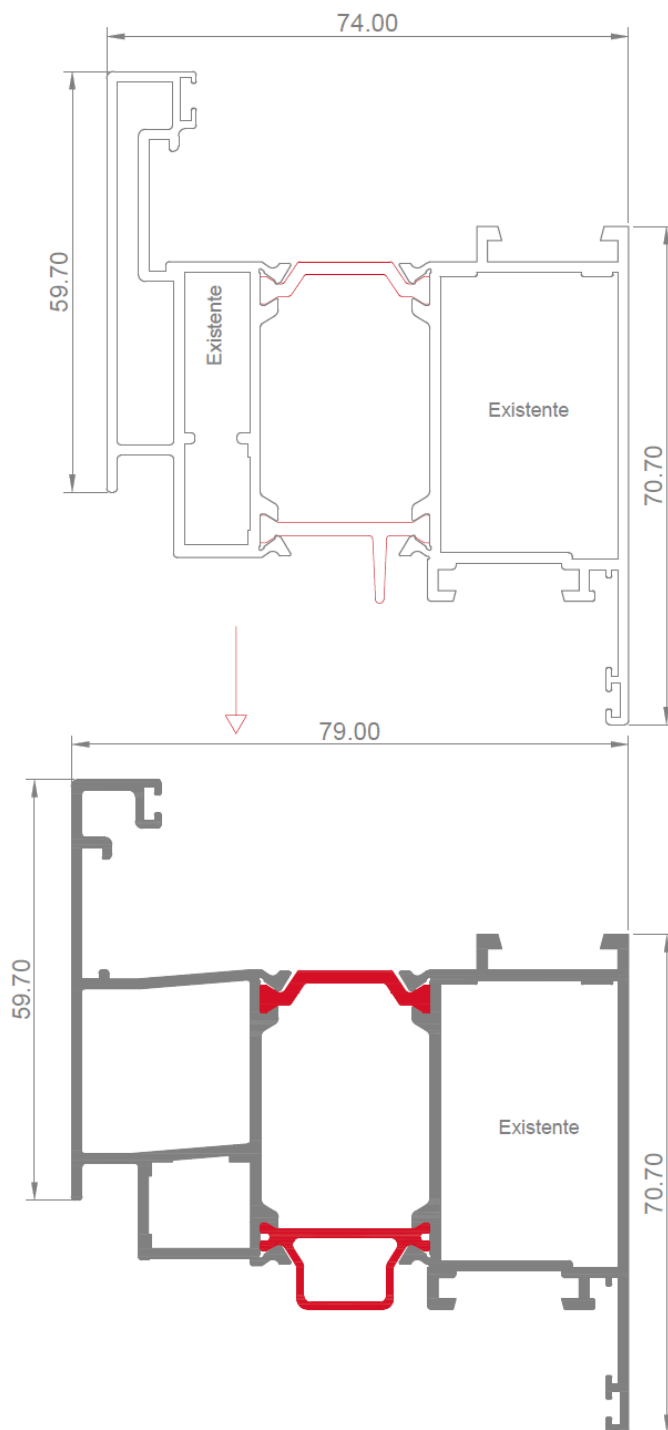


Figura 52 - Aro móvel de porta, linha direita.

3. Desenvolvimento do novo sistema

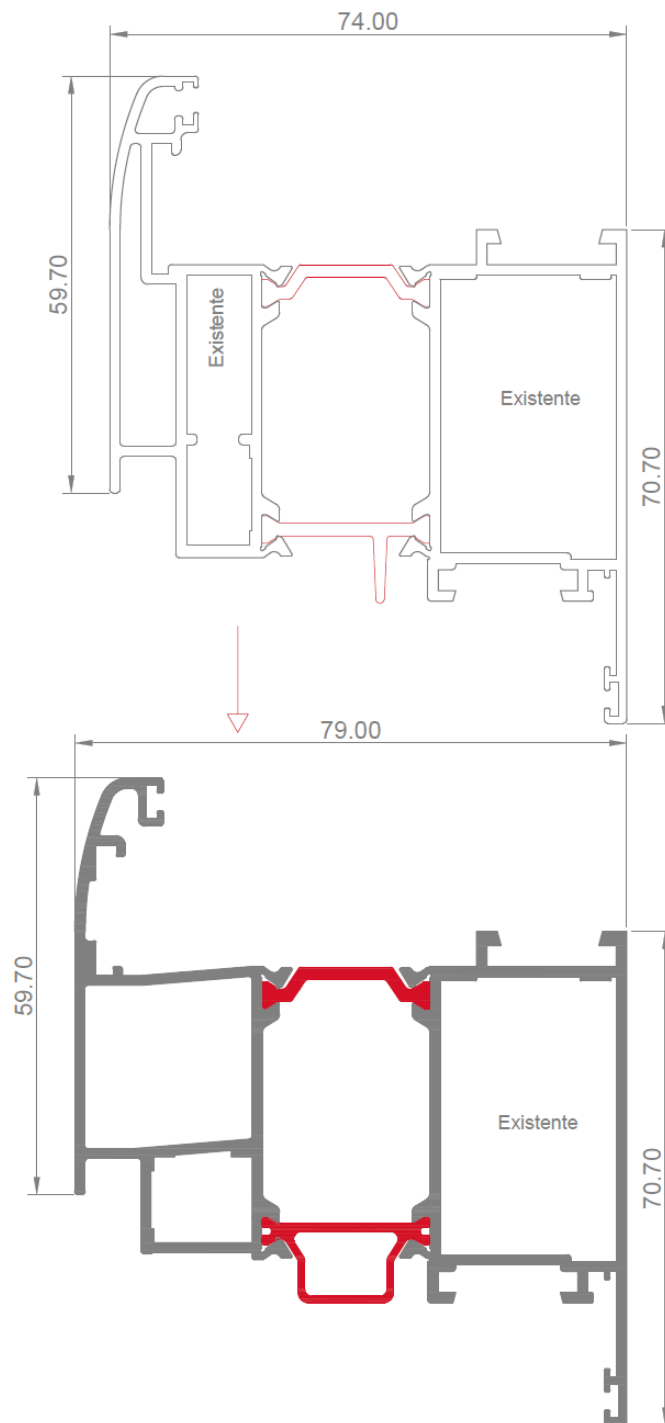


Figura 53 - Aro móvel de porta, linha curva.

3.3 Desenvolvimento do Inversor

Para a concretização de um sistema capaz de realizar, no mínimo, os vãos mais comuns, é essencial a presença de um inversor. Este é o perfil responsável por, em todos os caixilhos com mais de uma folha (secção) de abertura, assegurar o correto fecho e vedação do local ou locais onde as folhas se encontram. O local do caixilho onde se posiciona o inversor é sinalizado pelo corte B-B na figura 54.

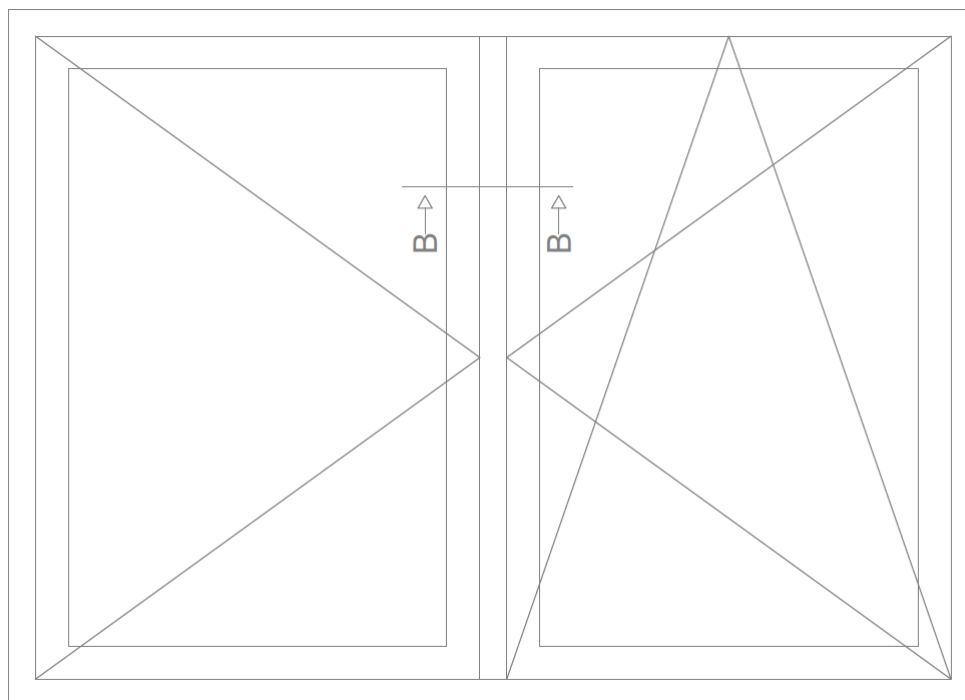


Figura 54 - Vista de um caixilho de duas folhas de batente - corte B-B.

Para o desenvolvimento deste perfil, as únicas condicionantes existentes eram a introdução de olhais para melhorar a fixação das peças de remate nos seus topos (topo de inversor) e o aumento da área de contacto com o perfil (aro móvel) no qual o inversor é apertado, de forma a maximizar a aderência entre estes. Para além destes fatores, o desenho do inversor é delineado em grande parte pelo desenho do aro móvel, uma vez que é nesse perfil que este é fixado.

3. Desenvolvimento do novo sistema

Sendo preferível a utilização de dois parafusos para garantir a correta fixação dos topos, optou-se por refazer não só o desenho do semi-perfil exterior do inversor, como também o do interior (figura 55). Noutras circunstâncias, a alteração da poliamida por uma com maior superfície poderia, também, ter obrigado à necessidade de alterar por completo o desenho do inversor.

Para apoiar sobre o perfil adjacente (aro móvel), foi colocado um apoio que permite maximizar a aderência e minimizar o movimento causado pelas forças de torção a que este está sujeito por ação da abertura e fecho dos vãos da caixilharia.



Figura 55 - Desenvolvimento do perfil inversor.

3. Desenvolvimento do novo sistema

Alcançadas as metas pretendidas de aumento da largura com a introdução dos olhais e do apoio, é realizada a montagem representativa do corte B-B (figura 56) onde se posiciona o inversor em contacto com os aros móveis das duas secções de abertura do caixilho e conclui-se o desenvolvimento do inversor (figura 57).

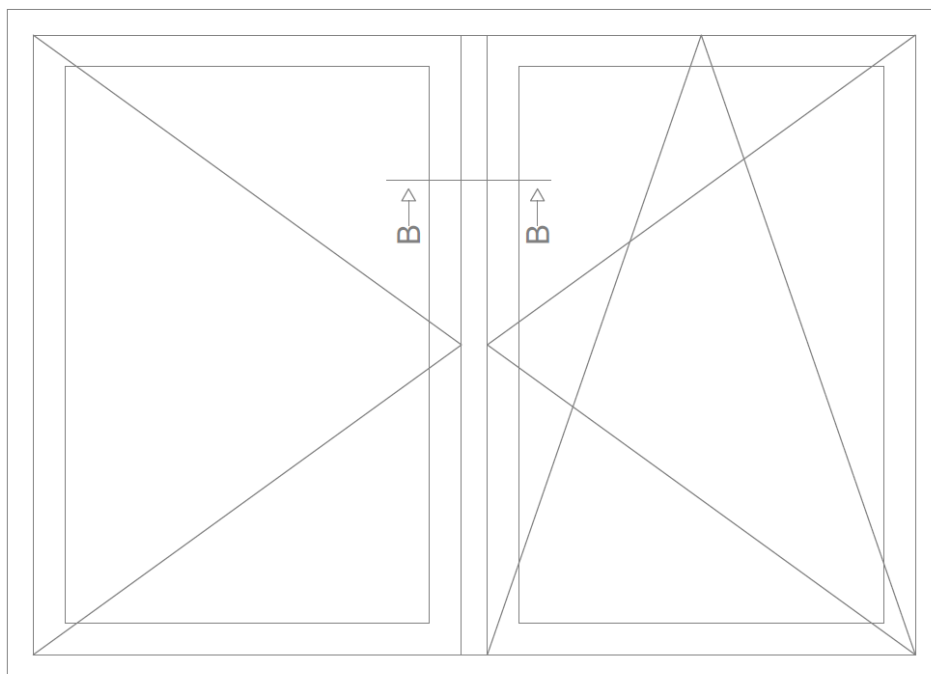


Figura 56 – Vista de um caixilho de duas folhas de batente - corte B-B.

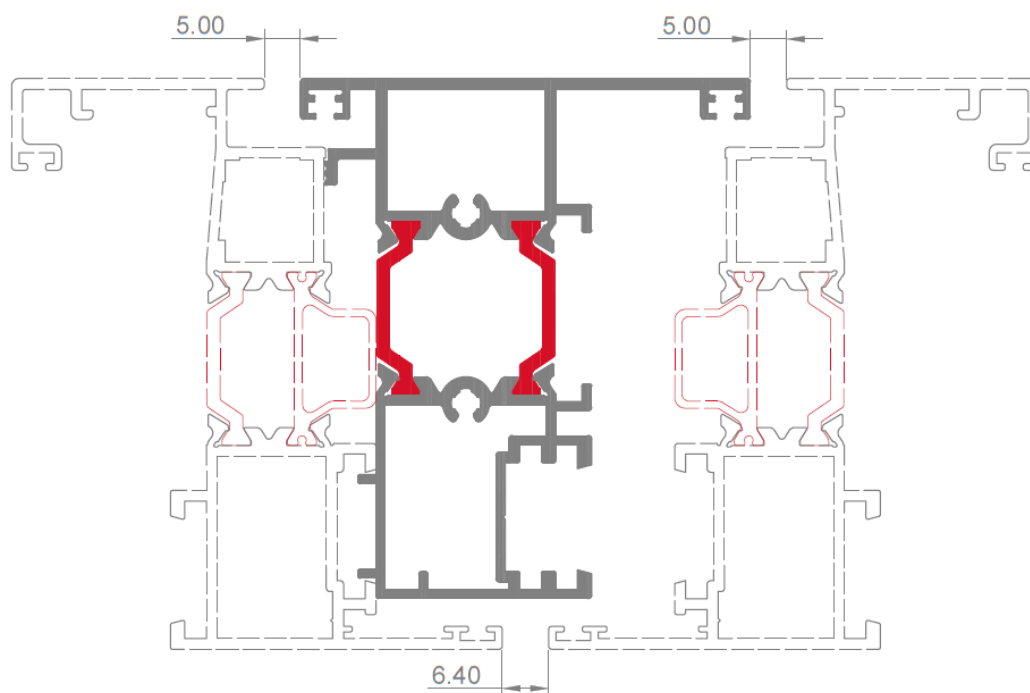


Figura 57 - Esquema do inversor em relação aos aros móveis – corte B-B.

3. Desenvolvimento do novo sistema

4. Resultados

O projeto de todos os semi-perfis necessários foi terminado, sendo assim possível avaliar os resultados obtidos e verificar o seu correto desenvolvimento.

Foram realizados esboços e desenhos técnicos das diferentes abordagens nos semi-perfis, este processo iniciou-se no aro fixo de forma a estabelecer a nova geometria do canal de drenagem, a medida final da largura do novo sistema e a medida de esquadro de aperto a implementar. Consequentemente, o alcançar destes requisitos permitiu obter o desenho final do aro fixo base e de seguida dos restantes aros fixos.

De forma semelhante, foi esboçado e desenvolvido o semi-perfil base do aro móvel, adequando-se à medida da largura da série e conseguindo ainda a colocação de uma caixa de esquadro de medida igual à da do aro fixo, situação ideal e que, dadas as dimensões do esquadro de aperto, não era expectável. Os restantes aros móveis, de dois estilos diferentes - linha curva e linha direita, foram desenvolvidos tendo por base este modelo e sofrendo, apenas, as alterações necessárias para alcançar as diferentes variações de altura.

Para o último perfil considerado essencial para o funcionamento de um sistema de batente, o inversor, foi também necessário proceder a alterações construtivas. Neste, para além da imposta alteração da medida de largura, foram adicionados olhais e um apoio. Este olhais permitem a fixação dos topos de remate a colocar nas suas extremidades e o apoio disponibiliza uma maior superfície para o contacto entre o inversor e o aro móvel.

O descritivo completo e sequencial do desenvolvimento dos semi-perfis encontra-se representado no anexo A e a representação final cotada dos perfis compostos está representada no anexo B.

4. Resultados

Após reunião entre os departamentos técnico e comercial e a gerência da ALEDI para apresentação dos desenhos dos novos perfis, decidiu-se que o processo de desenvolvimento ao nível interno da empresa estava concluído.

Seguidamente, todos os desenhos relativos à última versão de desenvolvimento foram enviados para a empresa de extrusão de forma que esta pudesse projetar e produzir as matrizes necessárias para a obtenção dos perfis solicitados pela ALEDI.

Posteriormente, a empresa de extrusão concluiu a construção das matrizes dos semi-perfis e produziu as primeiras amostras (tiragem de teste) de todos os perfis desenhados. Para verificação das cotas, a ALEDI procedeu à análise dimensional do semi-perfil exterior do aro fixo médio por comparação com o desenho final do seu desenvolvimento (figura 58).

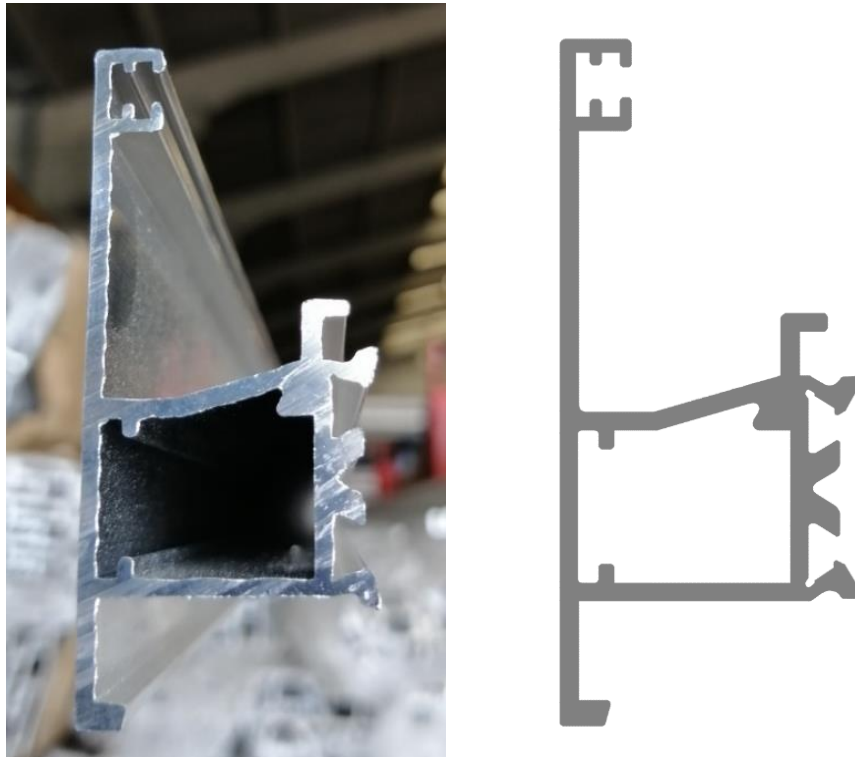


Figura 58 – Amostra (à esquerda) e desenho técnico final (à direita) do semi-perfil exterior de aro fixo médio.

De igual forma, foi comparada a amostra do semi-perfil exterior do aro móvel de janela de linha direita com o seu desenho projetado (figura 59).

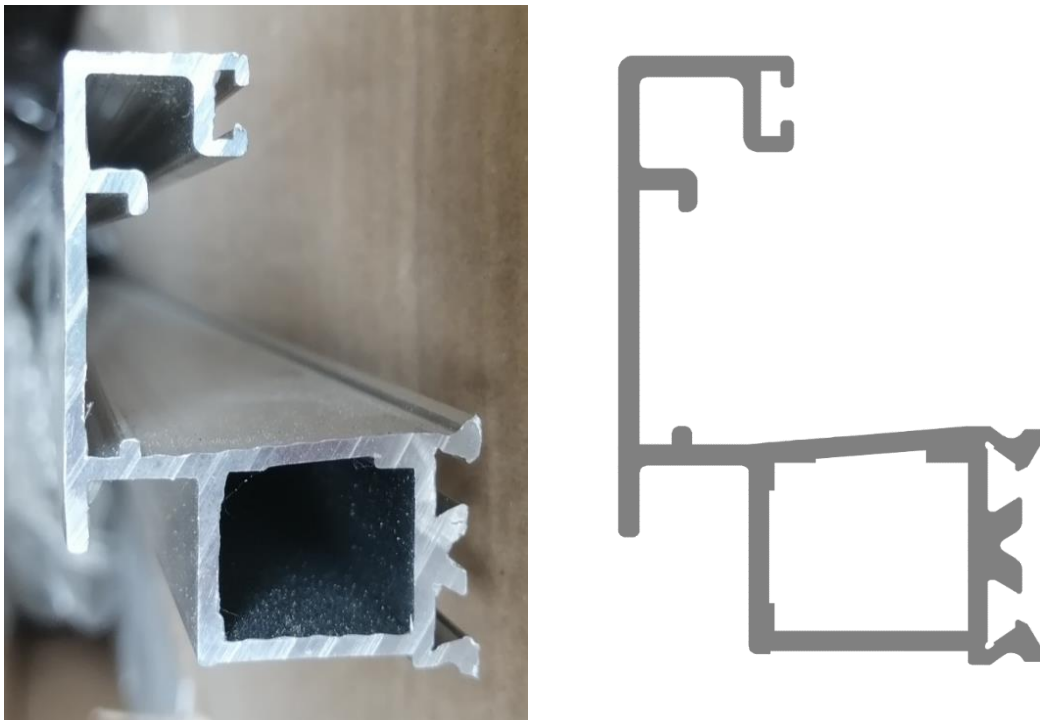


Figura 59 - Amostra (à esquerda) e desenho técnico final (à direita) do semi-perfil exterior de aro móvel de janela, linha direita.

Esta primeira extrusão tem por objetivo verificar a conformidade do produto relativamente ao pretendido. Nesta verificação, avalia-se se os perfis produzidos estão de acordo com as dimensões dos desenhos técnicos e se, por algum outro motivo, existem pormenores que não estão de acordo com o pretendido.

É também nesta primeira produção que é verificada, por parte do departamento técnico da ALEDI, a compatibilidade das caixas de esquadro e dos canais de vedante e de ferragem, quando aplicável.

Os semi-perfis extrudidos demonstraram estar em conformidade com os desenhos técnicos respetivos e permitiram também verificar o correto dimensionamento para o encaixe de todos os esquadros, vedantes e outros acessórios que fazem parte da montagem do sistema.

Uma vez que os semi-perfis comprovaram ter o dimensionamento correto nas suas formas individuais, restava apenas, para a conclusão da aprovação do sistema, do ponto de vista do seu desenvolvimento, a cravação dos novos semi-perfis com aqueles já existentes.

4. Resultados

Para este processo, e uma vez que seria necessária a construção de caixilhos de amostra para a divulgação do sistema, foram lacadas e cravadas barras com 6,5 metros de comprimento que deram origem à montagem que se pode observar na figura 60 (à esquerda).

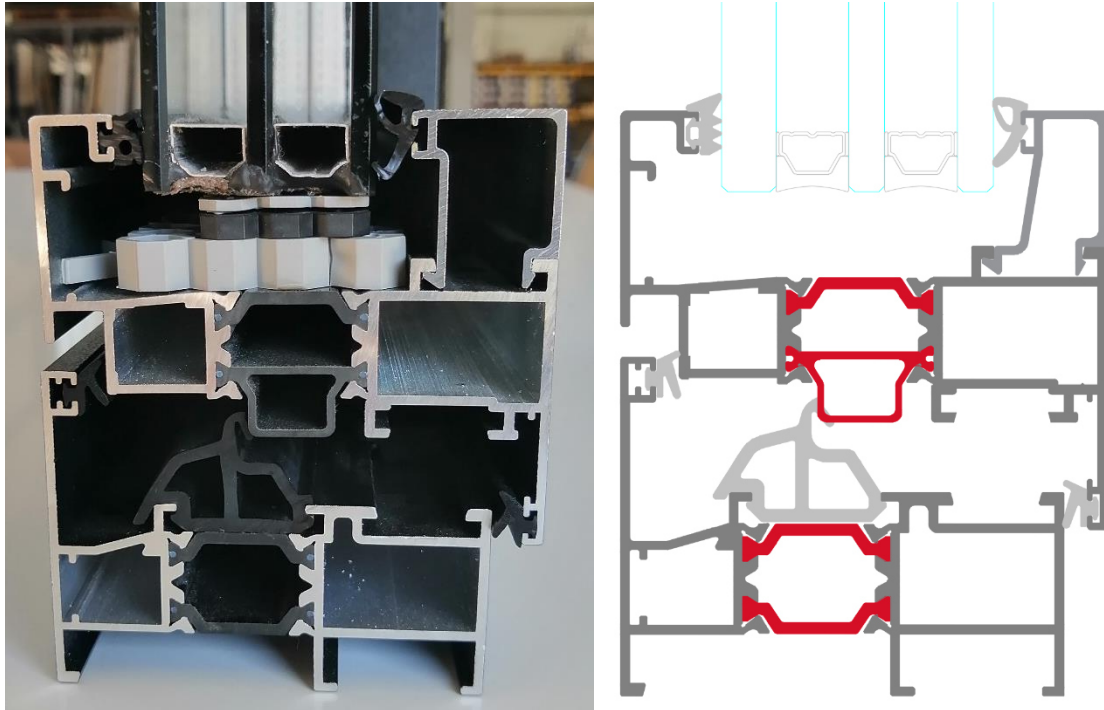


Figura 60 – Amostra (à esquerda) e desenho técnico (à direita) dos perfis cravado de aro fixo e móvel com os respetivos vedantes.

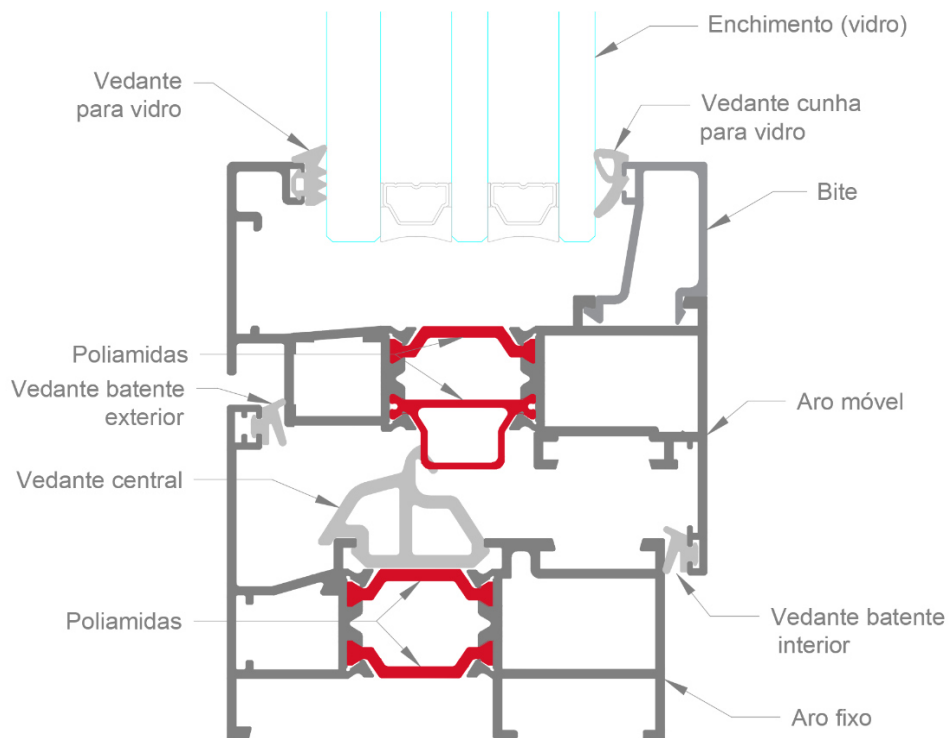


Figura 61 - Montagem legendada dos perfis de aro fixo médio e aro móvel de janela de linha direita com os respetivos vedantes e poliamidas.

Na figura 60, a imagem da esquerda corresponde a uma peça real cortada e a imagem da direita apresenta o desenho em corte A-A representado na figura 5. Esta imagem esquerda da figura 60 permite assim visualizar o produto final obtido. A realização física dos perfis desenvolvidos e a montagem com todos os vedantes e poliamidas envolvidos torna-se assim a prova da conclusão do desenvolvimento dos mesmos.

A montagem dos semi-perfis em alumínio com as poliamidas cravadas e os vedantes reais no seu correto local (descritos na figura 61) permite visualizar o comportamento e a interação que todos estes componentes irão ter no caixilho completo.

A aplicação conjunta da poliamida inferior do aro móvel e do vedante central, criados especificamente para este sistema, permite comprovar que interagem da forma pretendida.

O correto encaixe da ferragem e dos restantes acessórios assegura que o sistema terá a compatibilidade necessária para construir qualquer tipologia de abertura.

Observa-se que os objetivos propostos, tanto nas exigências técnicas e comerciais impostas pela ALEDI, como nos requisitos de funcionalidade exigidos pelo próprio carácter técnico deste projeto, foram alcançados, não só na teoria, mas também na prática com a concretização física do próprio produto desenvolvido (figura 60).

Apesar de terem sido mantidos inalterados todos os pontos essenciais conhecidos para o correto desempenho do sistema e de se ter conseguido uma secção do canal de drenagem 10 vezes superior à inicial (de 10,8 para 112,5 mm²) não é possível prever o comportamento dos caixilhos em ambiente real. Como tal, este projeto continua em avaliação e dependerá da realização dos Ensaios de Tipo Iniciais (caso a empresa decida avançar para a certificação) em laboratório notificado para validar todos os resultados e produtos (semi-perfis, perfis compostos, poliamidas e vedante central), particularmente através das provas de estanqueidade à água e de resistência à ação do vento.

4. Resultados

5. Conclusão

O desenvolvimento de um sistema de caixilharia é um processo normalmente levado a cabo por empresas que têm a possibilidade de criar o seu próprio produto, o que lhes permite não estar dependentes de condicionantes externas para a sua evolução. Assim sendo, a grande maioria dos sistemas atualmente disponíveis pertencem a empresas de extrusão, nacionais ou estrangeiras, e nem sempre se adequam da melhor forma à procura nacional e/ou regional.

Este projeto, não estando inserido no seio de uma empresa capaz de criar as suas próprias matrizes, esteve, em várias ocasiões, condicionado pela disponibilidade dos parceiros envolvidos, nomeadamente pelo facto do gabinete técnico da empresa de extrusão nem sempre partilhar da mesma noção de pertinência para este projeto. Tal situação originou atrasos e sucessivas alterações dos planos de trabalho.

No entanto, os objetivos propostos foram alcançados e cumpriram com todas as exigências internas que haviam sido delineadas, tendo mesmo, em alguns aspetos, ido mais além do que o expectável. Alcançou-se o objetivo principal de criar um sistema funcional dentro de uma gama específica de largura, e os objetivos secundários de aumentar os canais de drenagem e as caixas de esquadro de aperto.

Pretendia-se estudar e desenvolver um sistema que fosse simples e eficiente, ao mesmo tempo que competitivo, ou seja, sem um aumento substancial das áreas e consequentemente da massa dos perfis. Foi realizada uma abordagem interna na empresa, recorrendo aos departamentos comercial e técnico da ALEDI, assim como à gerência desta, para averiguar quais seriam os pontos essenciais a abordar.

No seguimento do objetivo principal alcançou-se a criação de um sistema com largura de 72 mm, que se situa entre os dois sistemas de batente de rotura térmica selecionados pela empresa, com 67 e 77 mm. De seguida, para dar resposta ao objetivo secundário, realizou-se a adaptação dos canais de drenagem dos perfis de forma a melhorar as condições de escoamento de água. Os canais das caixas de esquadro dos semi-perfis exteriores do aro fixo e do aro móvel foram alterados permitindo assim a utilização de um esquadro de aperto de maiores dimensões que fortalece as esquadrias.

Foram desenvolvidos dois perfis base, um de aro fixo e um de aro móvel, para oferecerem resposta aos objetivos propostos. Estes, depois de aprovados pela ALEDI, serviram para o desenho de todos os restantes perfis necessários para o sistema, inclusive o inversor.

As alterações impostas e a busca de maior eficiência levaram à alteração de uma poliamida e do vedante central do sistema. No entanto, ambos os componentes foram desenvolvidos e produzidos pelas respetivas empresas fabricantes.

5. Conclusão

Os semi-perfis exteriores foram obtidos a partir da extrusão de barras de alumínio, com 6,5 m. Posteriormente estes foram lacados e cravados aos semi-perfis interiores, com recurso às poliamidas de união, dando origem aos perfis compostos.

A avaliação e aprovação pela empresa dos perfis desenvolvidos torna possível a conclusão do projeto. O sistema fica assim completo e poderá passar a integrar o leque de produtos da empresa ALEDI – Comércio de Alumínios.

Referências

- ALEDI ALUMÍNIOS. (2019). <http://www.ALEDI.pt/empresa>
- ALUMINCO. (sem data). *Aluminium alloy EN-AW 6060*. Obtido 13 de Novembro de 2021, de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi54o-M1ZX0AhVJPBoKHeYiB94QFnoECAQQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.aluminco.com%2Fmedia%2F155961%2FALUMINIUM-ALLOY-EN-AW-6060_MATERIAL-DATA-SHEET_ALUMINCO.pdf&usg=AOvVaw33bnaJJyYbnlAtTXHLNf3J
- Aluminum Extruders Council. (2013). *Aluminum Extrusion Manual* (4.^a ed.).
- ANFAJE. (2019). *A Nossa Missão | Anfaje*. <http://www.anfaje.pt/pt/apresentacao>
- Associação Portuguesa do Alumínio. (2016). *Extrusão*. <http://www.apal.pt/index.php/processos/extrusao>
- CLASSE+. (2019). *Conhecer o Classe+*. CLASSE+. <https://www.classemais.pt/classemais/conhecer/>
- CLASSE+. (2020). *Guia Técnico para Janelas Eficientes—PDF*. CLASSE+. <https://www.classemais.pt/classemais/conhecer/guia-tecnico-para-janelas-eficientes-pdf/>
- Correia dos Santos, A. J. (2012). *Sistema de inspeção e diagnóstico de caixilharias*. https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395144698209/Disserta%C3%A7%C3%A3o_AlbertoSantos_70898.pdf
- DGEG - Direção-Geral de Energia e Geologia. (2019). *Edifícios*. <http://www.dgeg.gov.pt/default.aspx?cn=636364486449AAAAAAAAAAAA>

Referências

- Extrusal. (2011). *Alumínio*. <http://www.extrusal.pt/index.php?id=57>
- Ferreira Barbosa, L. C. (2010). *Controlo de Qualidade em Caixilharias de Alumínio*.
- Instituto Português da Qualidade. (2008). *NP EN 14351-1 2008*.
- Jardim, F. M. G. (2009). *Proposta de Intervenção de reabilitação energética de edifícios de habitação*. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/>
- Leal Diogo, A. C. (2017). *Reabilitação da Caixilharia Exterior de um Edifício de Serviços em Lisboa—Caso de Estudo.pdf*.
- Materiais de Construção. (2019, Novembro). Ranking 300 Maiores Empresas de Distribuição de Materiais de Construção. *Trimestral*, 190.
- Pervedant. (2020). *Sistemas de caixilharia*. Pervedant - Perfis | Vedantes. <http://www.pervedant.com/pt/Produtos/aplicacoes/sistemas-de-caixilharia>
- Pinhal. (2009, Fevereiro 13). *O que é caixilho ? Terminologias Arquitetônicas*. <http://www.colegiodearquitetos.com.br/dicionario/2009/02/o-que-e-caixilho/>
- Pinto, A. (2011). *Marcação CE de portas e janelas no âmbito da norma EN 14351-1— Resultados do inquérito de 2011 [Report]*. LNEC. <http://repositorio.lnec.pt:8080/xmlui/handle/123456789/1003057>
- Poupa Energia. (2020). Contadores Inteligentes. *Poupa Energia*. <https://poupaenergia.pt/bioeconomia-e-construcao-sustentavel/>
- Reynaers Aluminium. (2017, Outubro 2). *Janelas oscilo-batente*. Reynaers Aluminium. <https://www.reynaers.pt/pt-PT/instaladores/janelas-oscilo-batente>
- Saha, P. K. (2000). *Aluminum Extrusion Technology*.
- Santos, S. (2019). *ALEDI - Comércio de Alumínios, Lda [Comunicação pessoal]*.

Shapesbyhydro. (2020). *Extrusion quick guide for designing with aluminium*.

<https://www.shapesbyhydro.com/en/design-thinking/extrusion-quick-guide-for-designing-with-aluminium/>

TECHNAL. (2020). *Que elementos devem ser tidos em conta para escolher a melhor janela?*

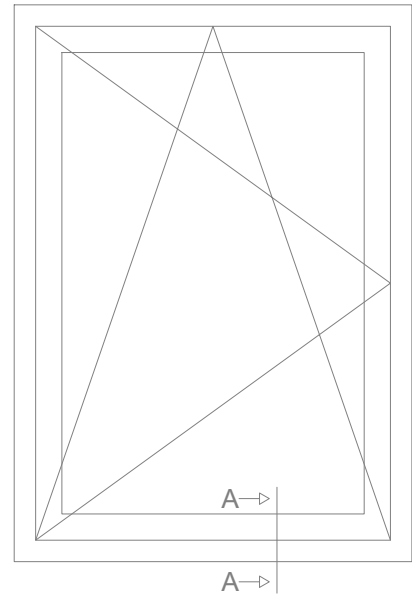
<https://www.technal.com/pt/pt/Particulares/Comunicacao/Noticias/que-elementos-devem-ser-tidos-em-conta-para-escolher-a-melhor-janela2/>

Vicente, M. J. M. (2012). *Tecnologia e Reabilitação de Caixilharias*. Técnico Lisboa/ Academia Militar.

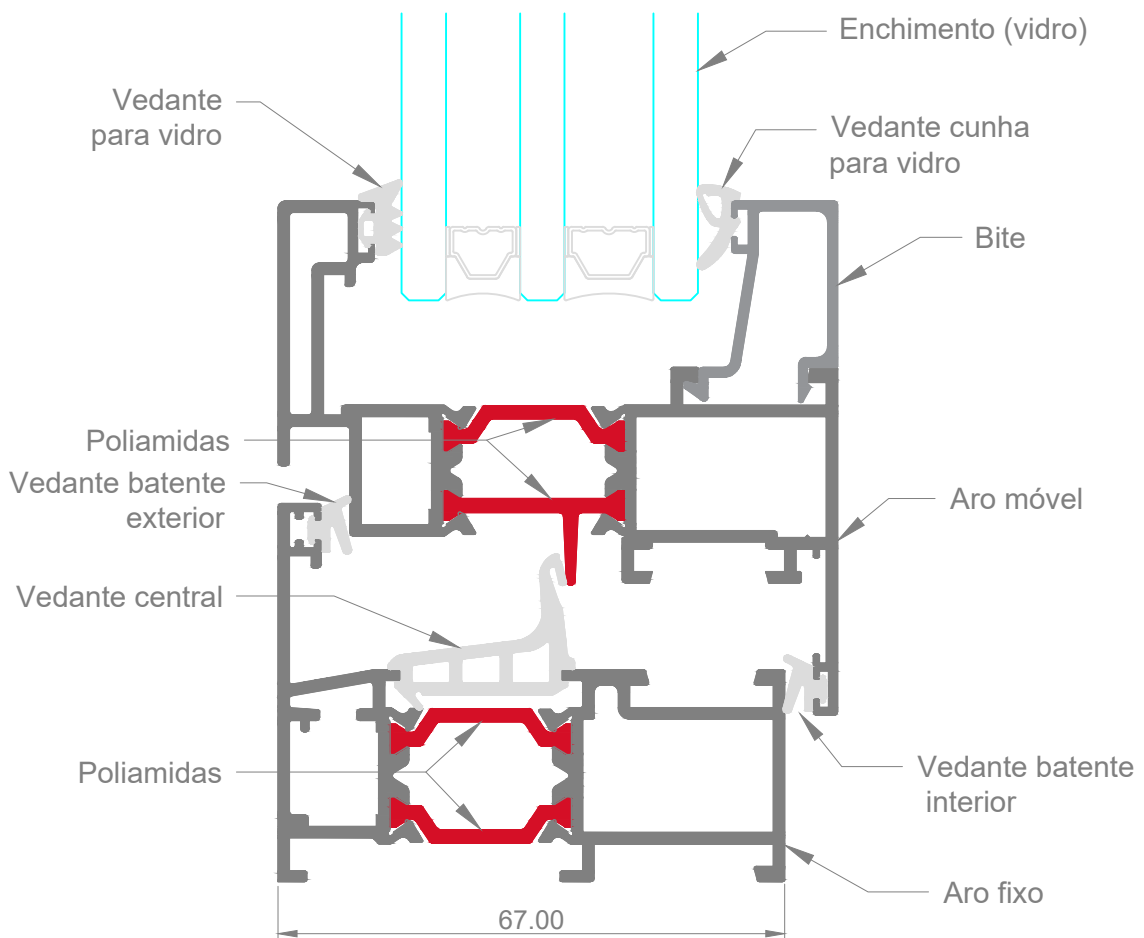
Referências

Anexo A

Desenvolvimento de sistema com 72mm

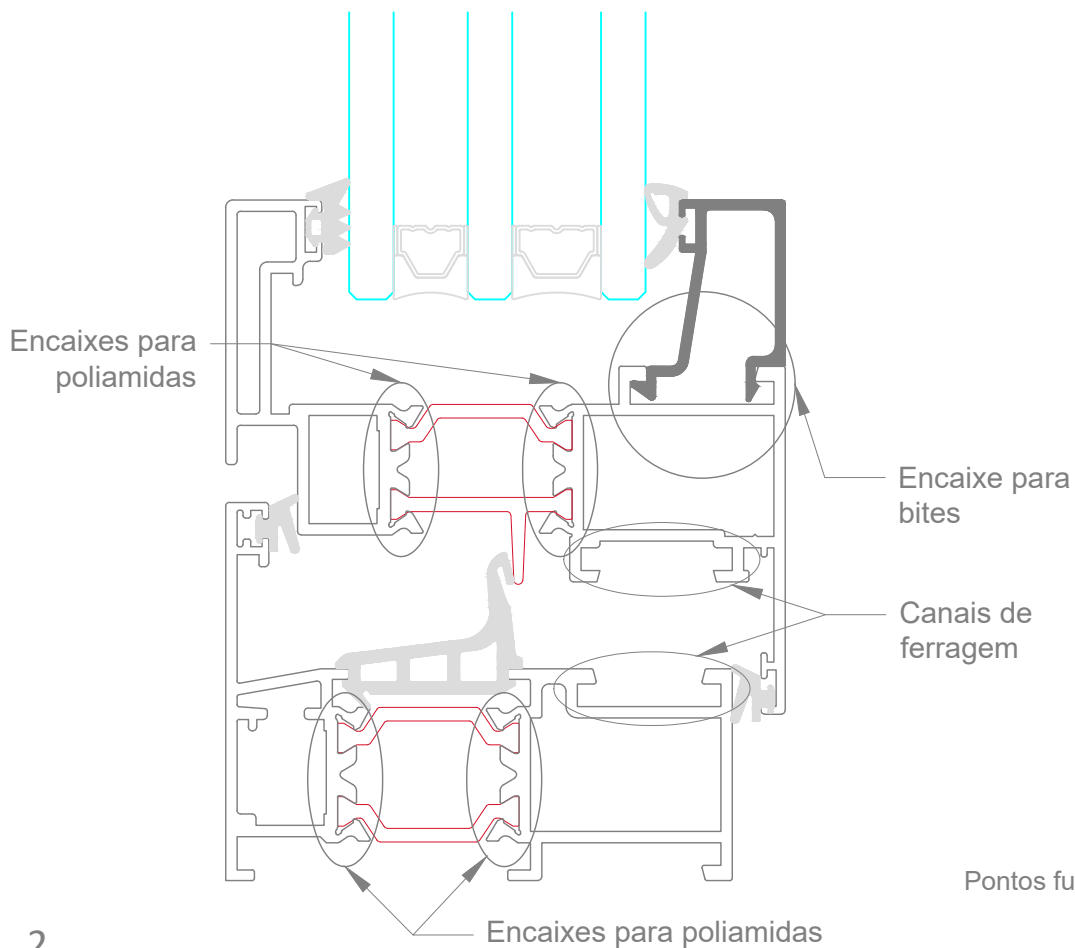
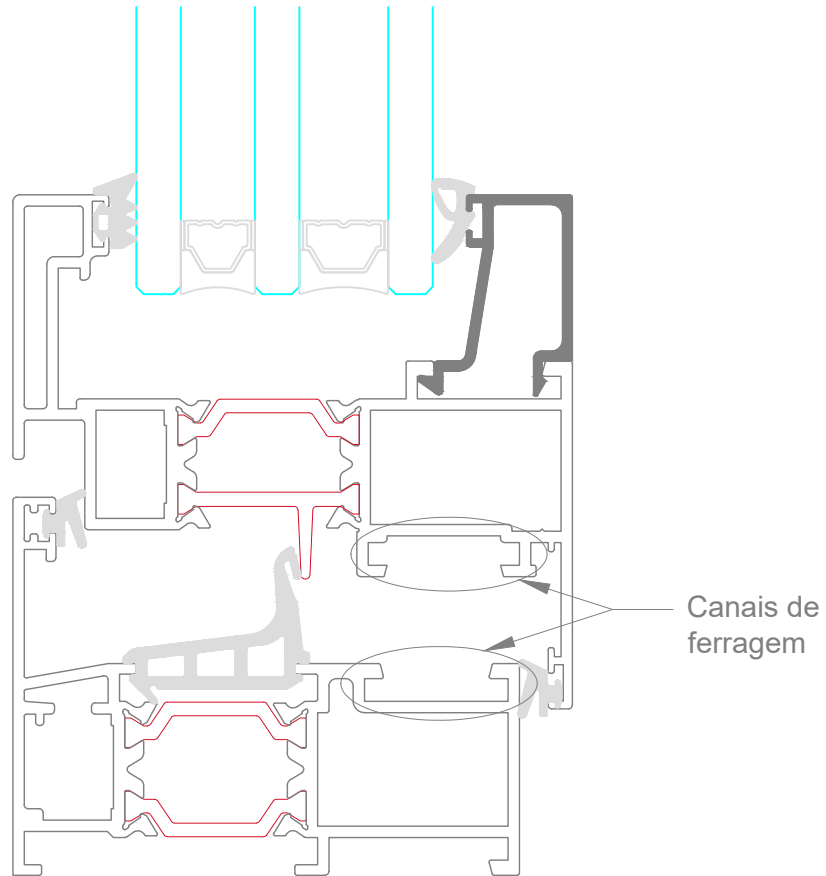
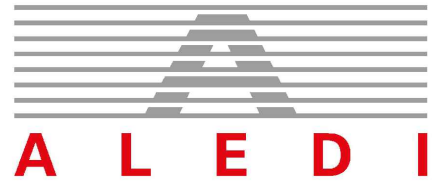


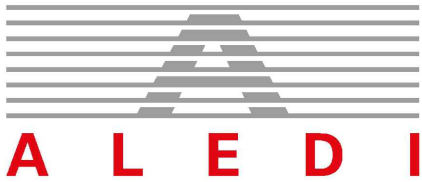
Perfis base originais INDALSU



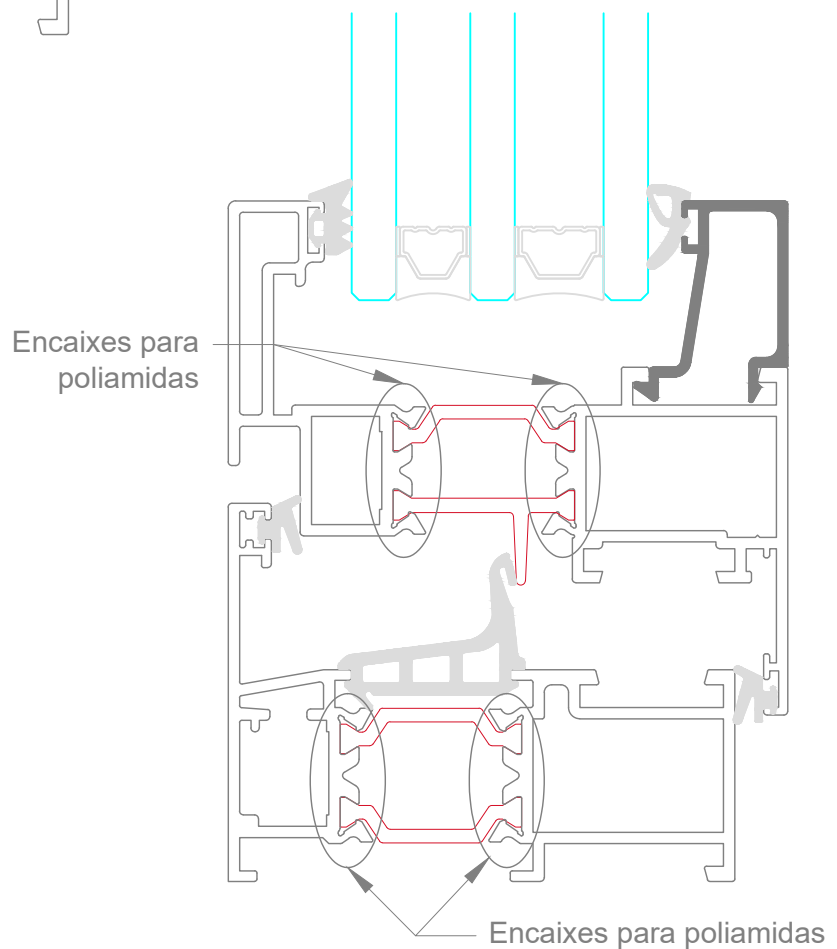
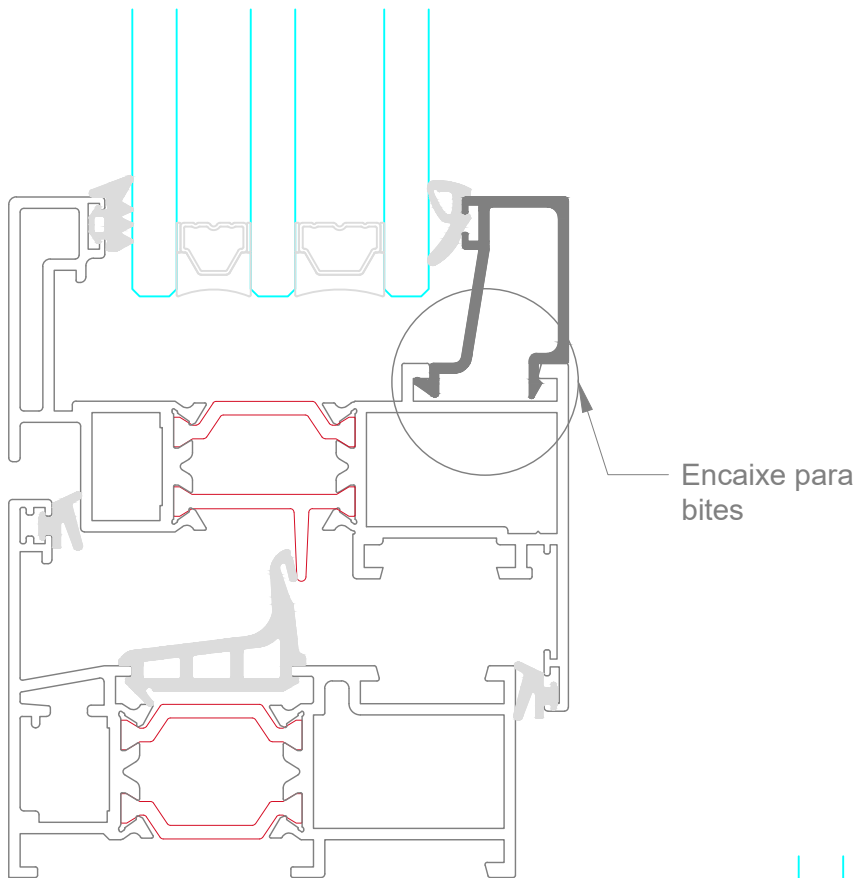
Anexo A

Desenvolvimento de sistema com 72mm





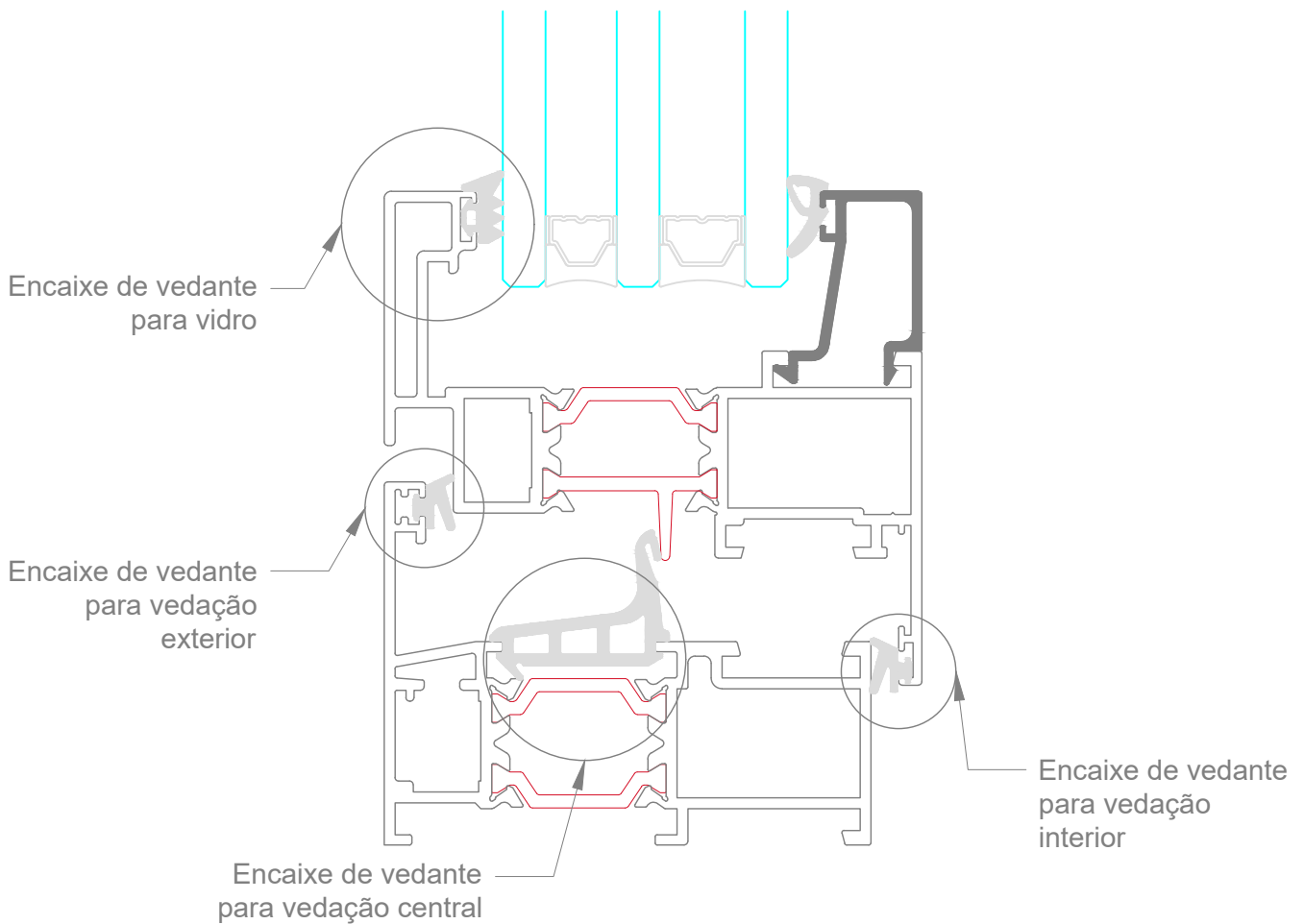
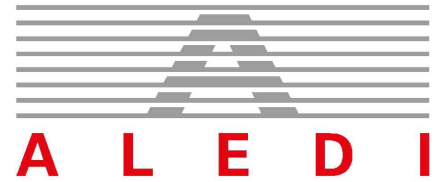
Desenvolvimento de sistema com 72mm



Pontos fundamentais Primários:
-Canais de ferragem;
-Encaixes para bites;
-Encaixes para poliamidas.

Anexo A

Desenvolvimento de sistema com 72mm

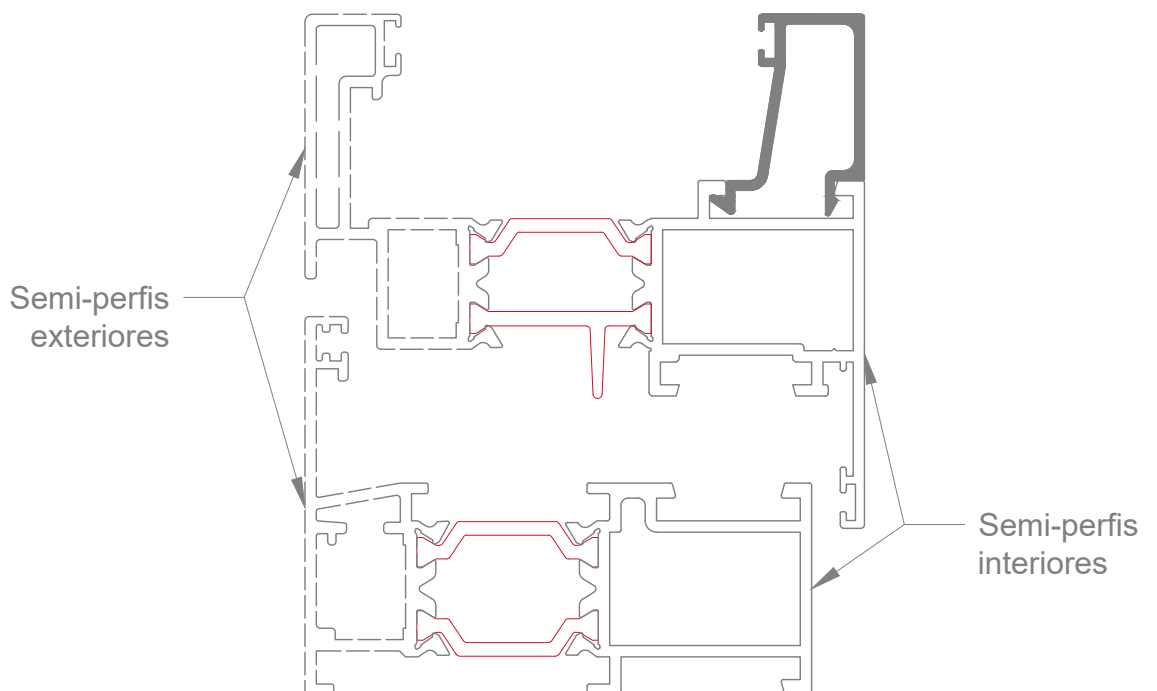
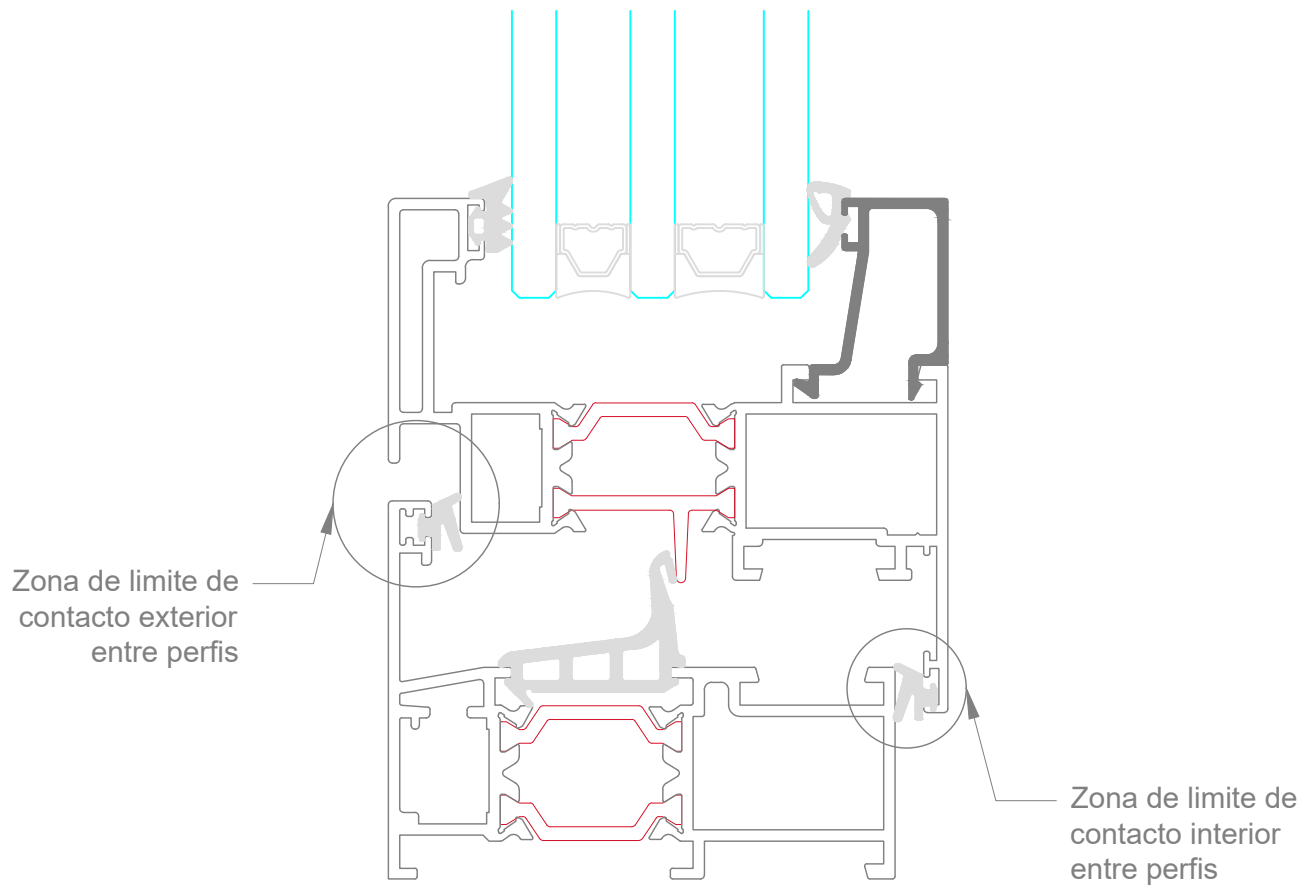


Pontos fundamentais Secundários:

- Encaixes de vedantes para vidro.
- Encaixes de vedante para vedação exterior, central e interior.
- Zonas de limite de contacto entre perfis.

A vedação de vidro no bite pode ser ignorada uma vez que, neste caso, estes são comuns a vários sistemas e o seu posicionamento é sempre igual. Todos os limites exteriores dos perfis serão também mantidos.

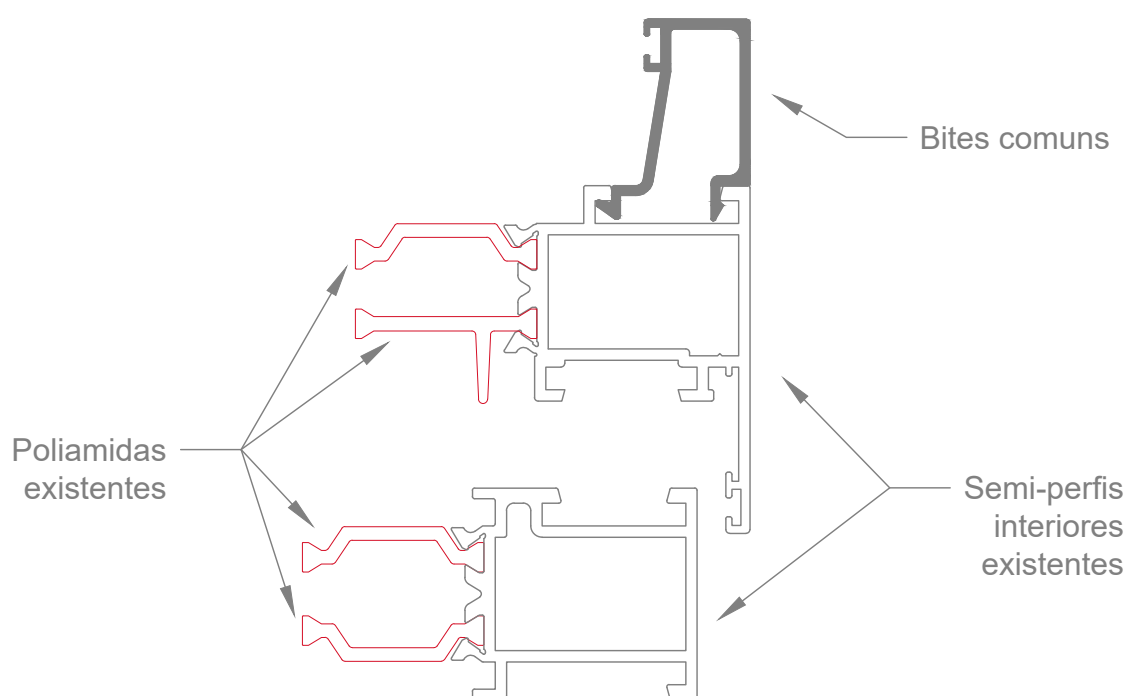
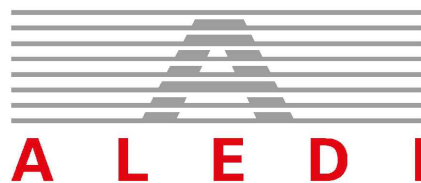
Desenvolvimento de sistema com 72mm



Por limitações logísticas e financeiras, aliadas ao facto de os sistemas atuais terem já provas dadas no mercado, serão aproveitados todos os semi-perfis interiores e poliamidas compatíveis.

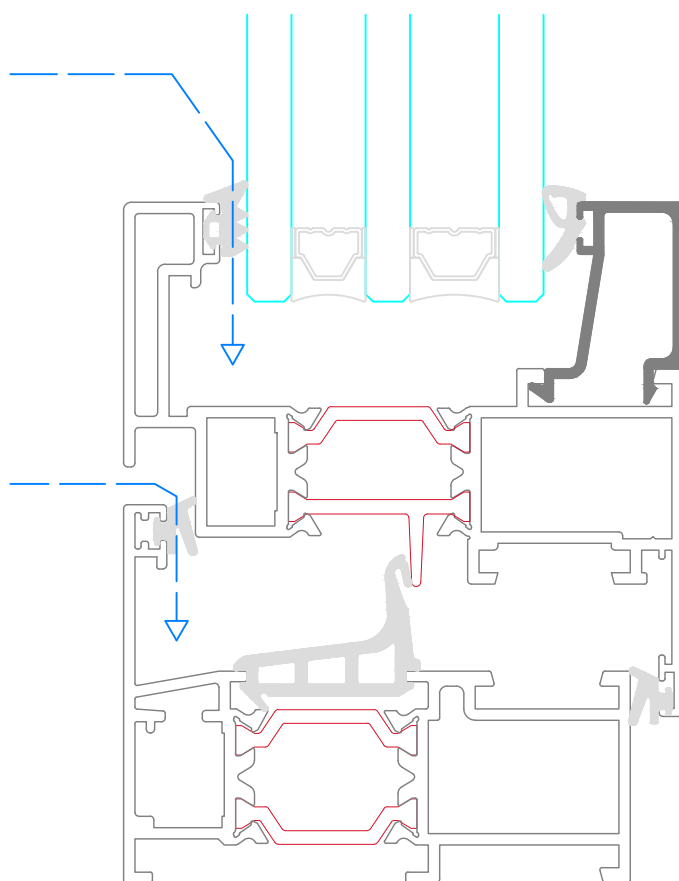
Anexo A

Desenvolvimento de sistema com 72mm



Todos os semi-perfis com a marcação "existente" são propriedade de INDALSU.

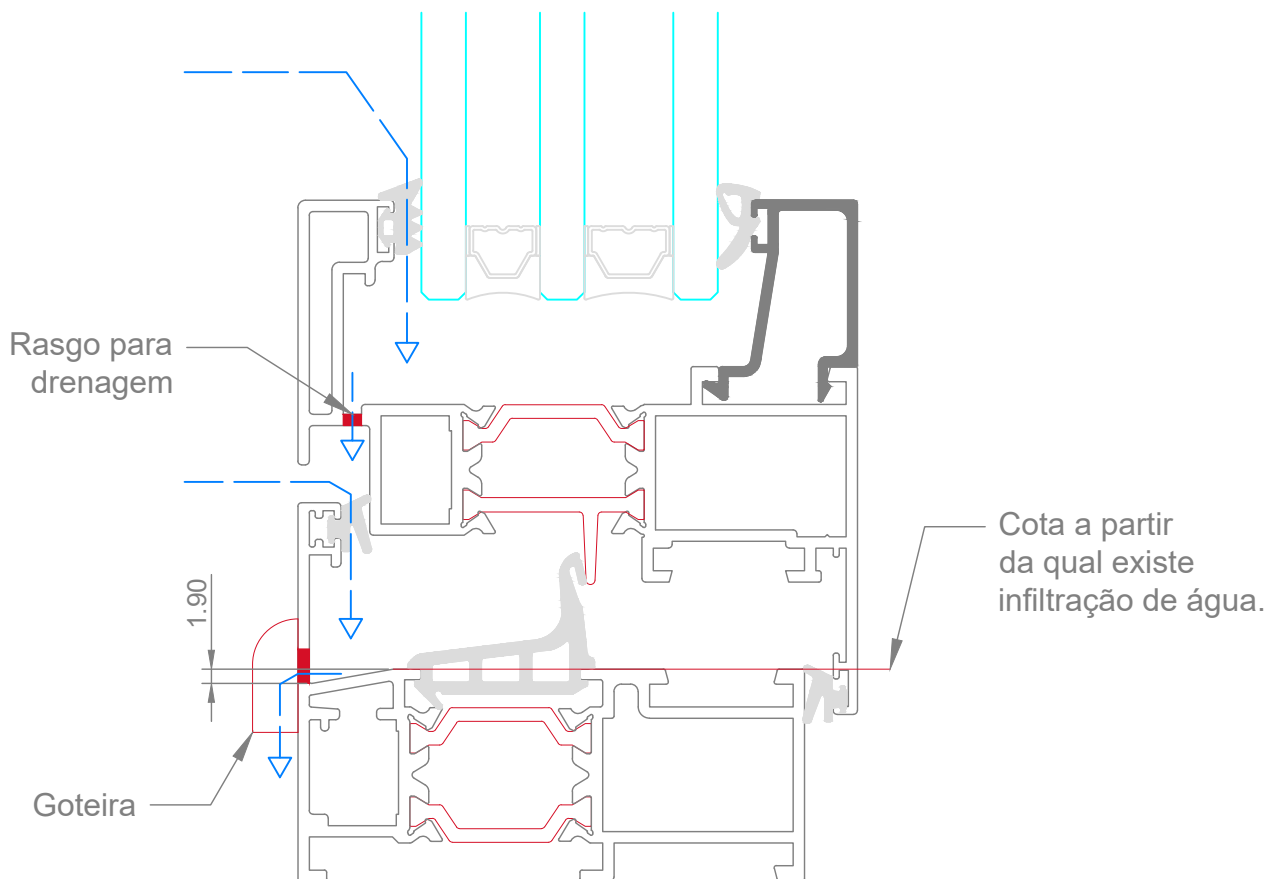
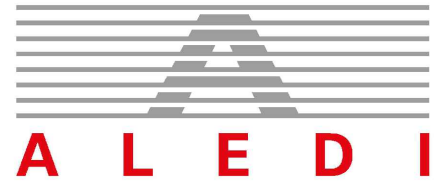
Desenvolvimento de sistema com 72mm



Abordagem à questão fundamental da drenagem.

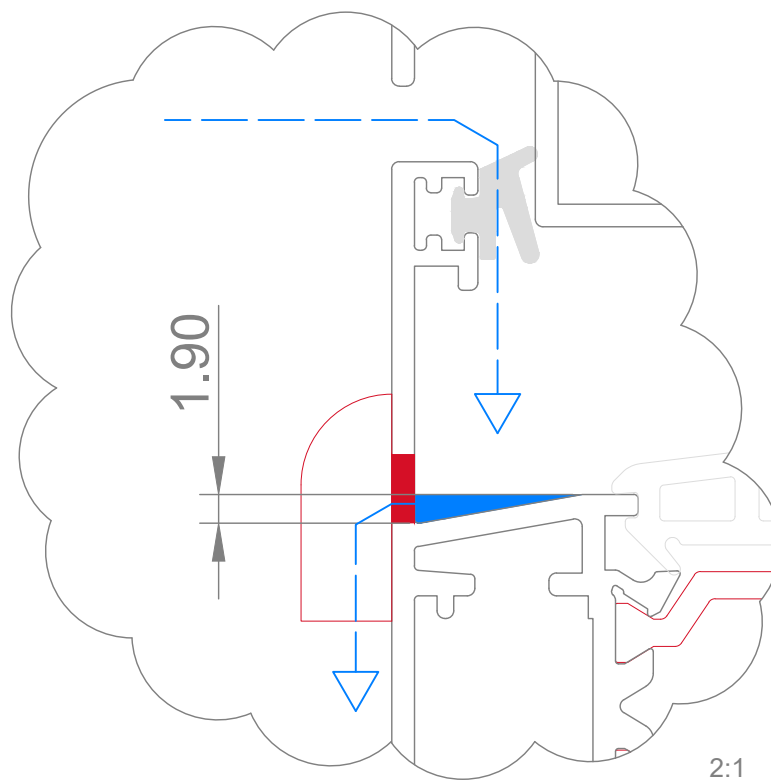
Anexo A

Desenvolvimento de sistema com 72mm



A construção atual do perfil não permite o escoamento necessário, pois existe apenas 1.9mm de cota (no aro fixo) a impedir a entrada de água para o interior, situação recorrente em localizações expostas a uma continuada acção do vento combinada com a precipitação.

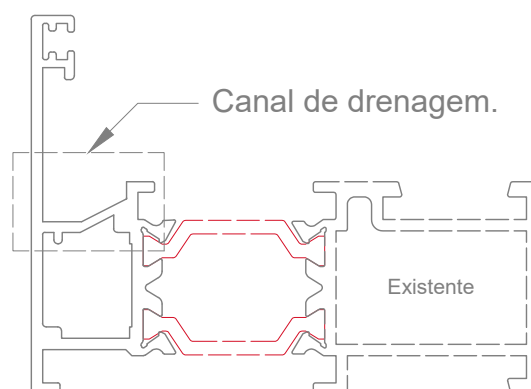
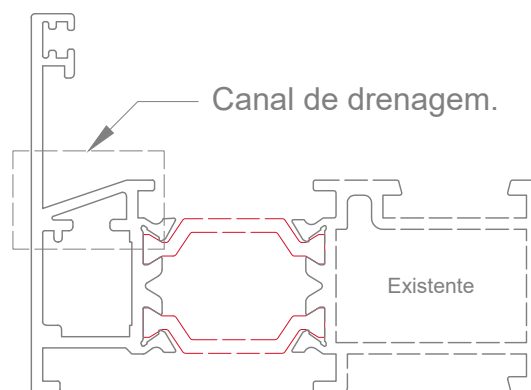
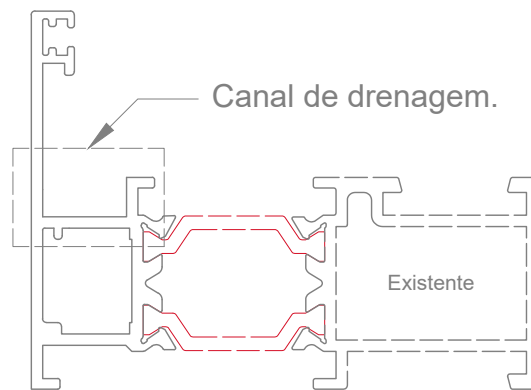
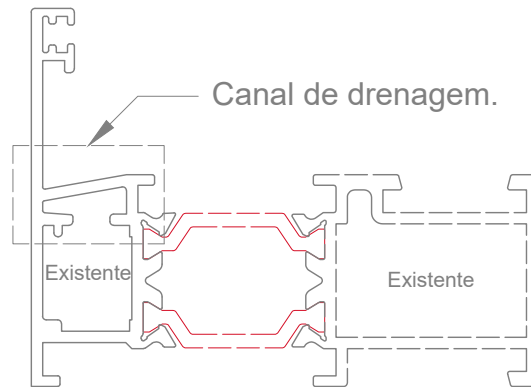
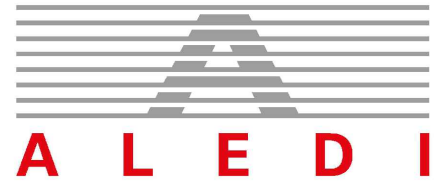
Desenvolvimento de sistema
com 72mm



Pormenor do escoamento de águas.

Anexo A

Desenvolvimento de sistema com 72mm



Desenvolvimento de sistema com 72mm

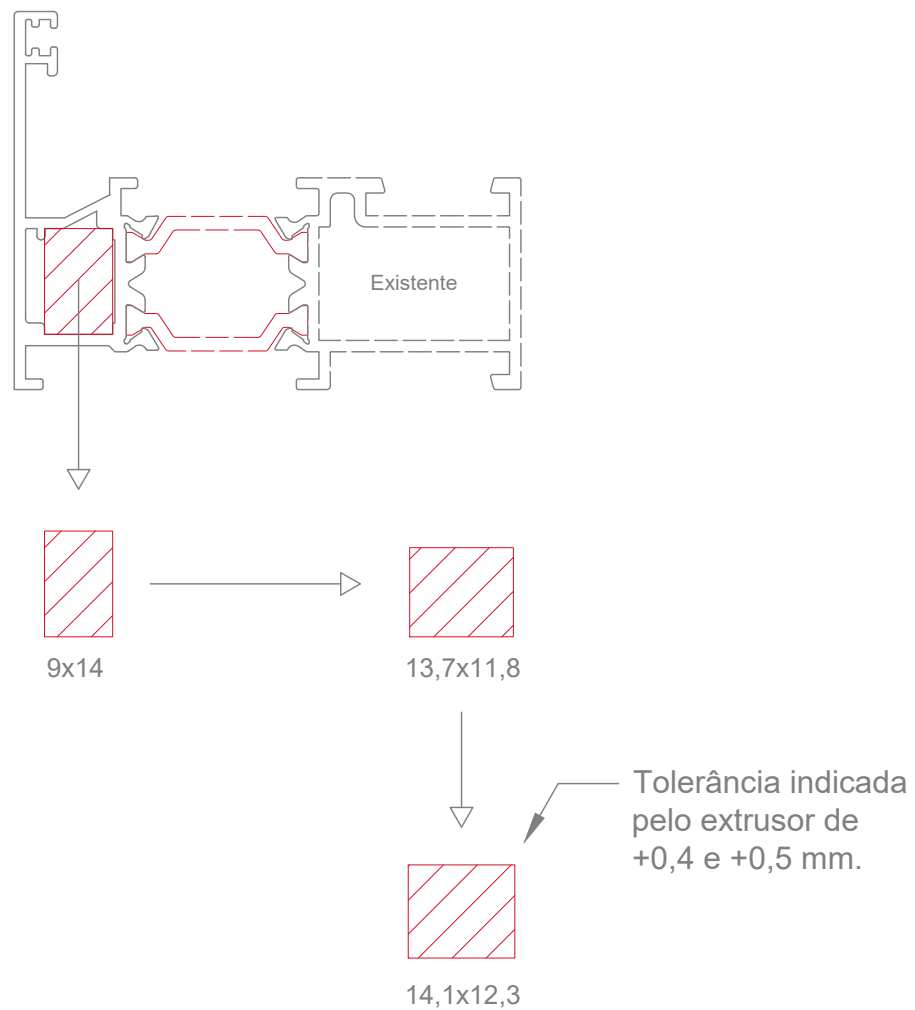
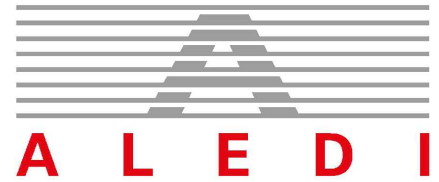


Proposta preferencial, tendo em conta:

- Aumento considerável da cota de drenagem (de 1.9 para 5,28 mm);
- Inclinação favorável ao escoamento;
- Margem plana de forma a permitir a fresagem para colocação da goteira.

Anexo A

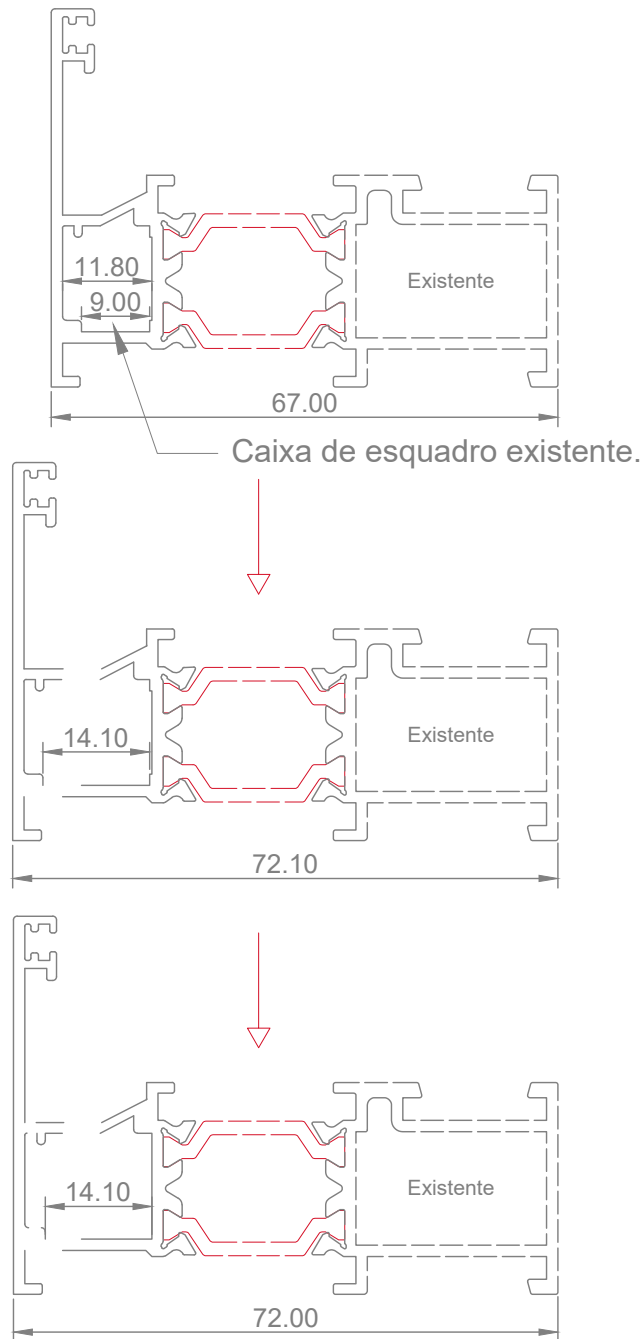
Desenvolvimento de sistema com 72mm



Possibilidade de utilização de um esquadro de aperto maior no semi-perfil exterior (maior rigidez e uniformidade na junção da esquadria).

Interesse em utilizar um esquadro comum a outros sistemas e conhecido pelo seu bom funcionamento - esquadro Monticelli 0460 (13,7x11,8 mm).

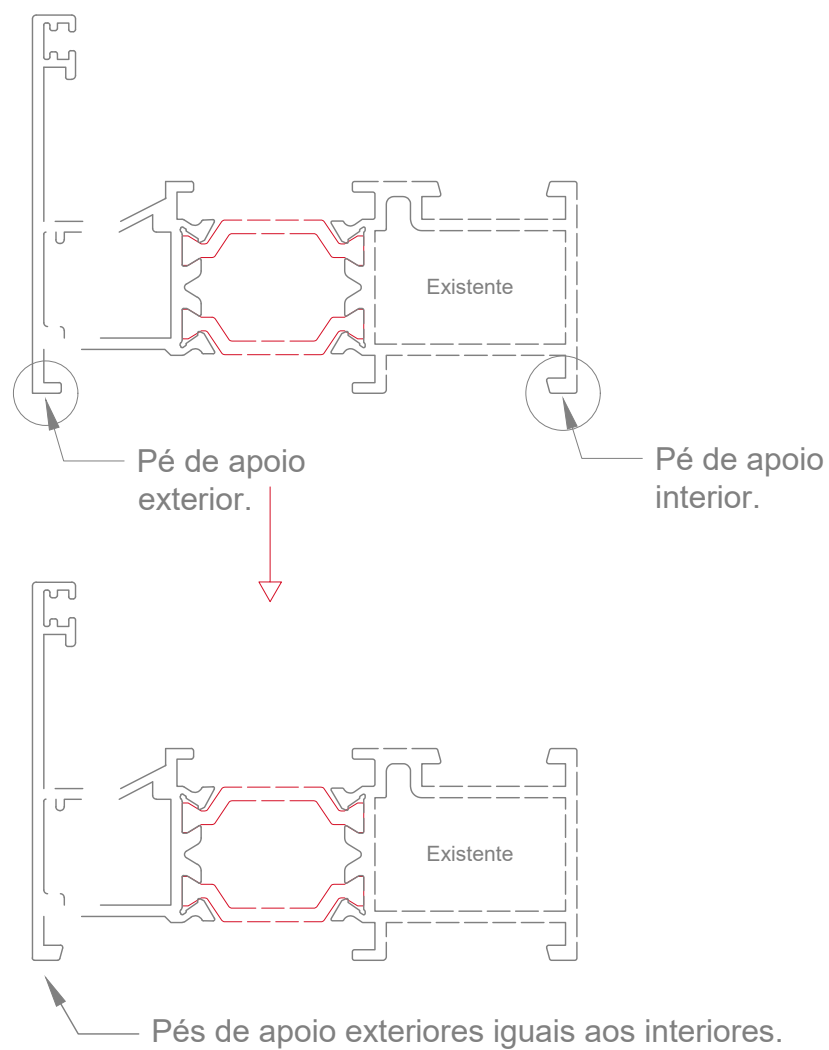
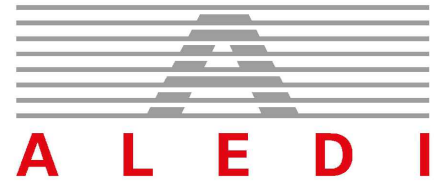
Desenvolvimento de sistema com 72mm



Face à necessidade de alargar a série para receber o novo esquadro, assim como de cumprir um dos requisitos fundamentais do projeto (obter um sistema mais atual e de encontro aos requisitos dos nossos clientes) a medida de largura escolhida foi de 72mm (+ 5mm).

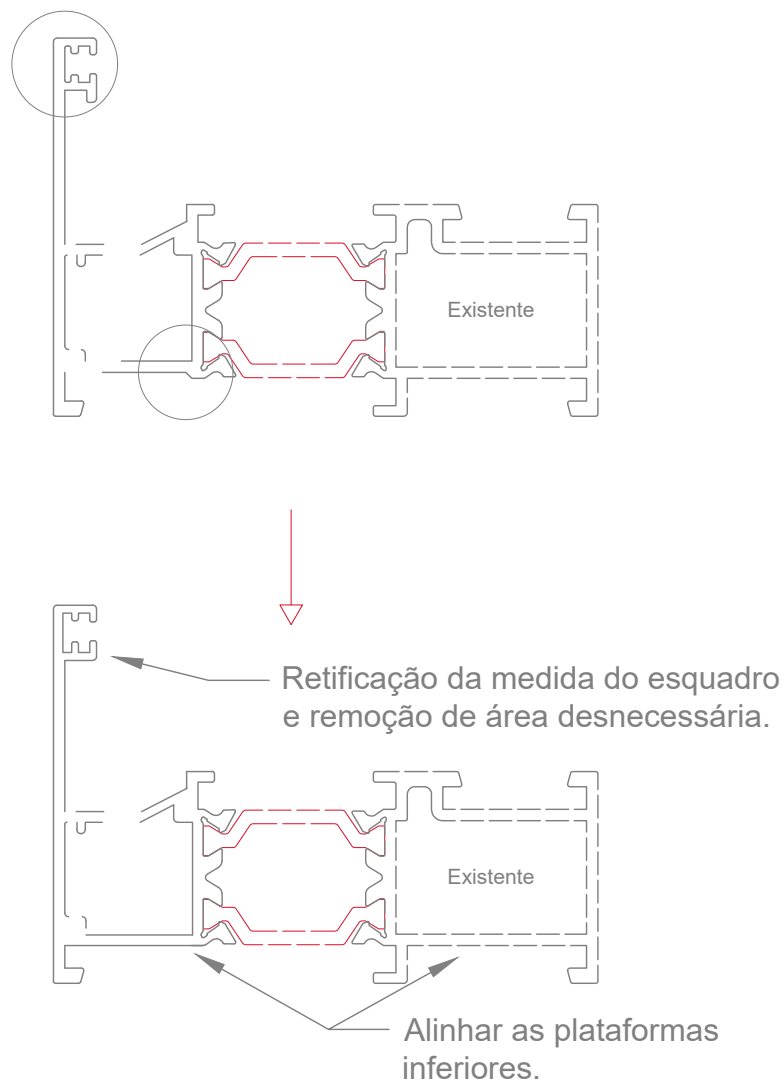
Anexo A

Desenvolvimento de sistema com 72mm



Pormenores de uniformização e aperfeiçoamento da matriz, assim como de redução de peso em zonas não críticas.

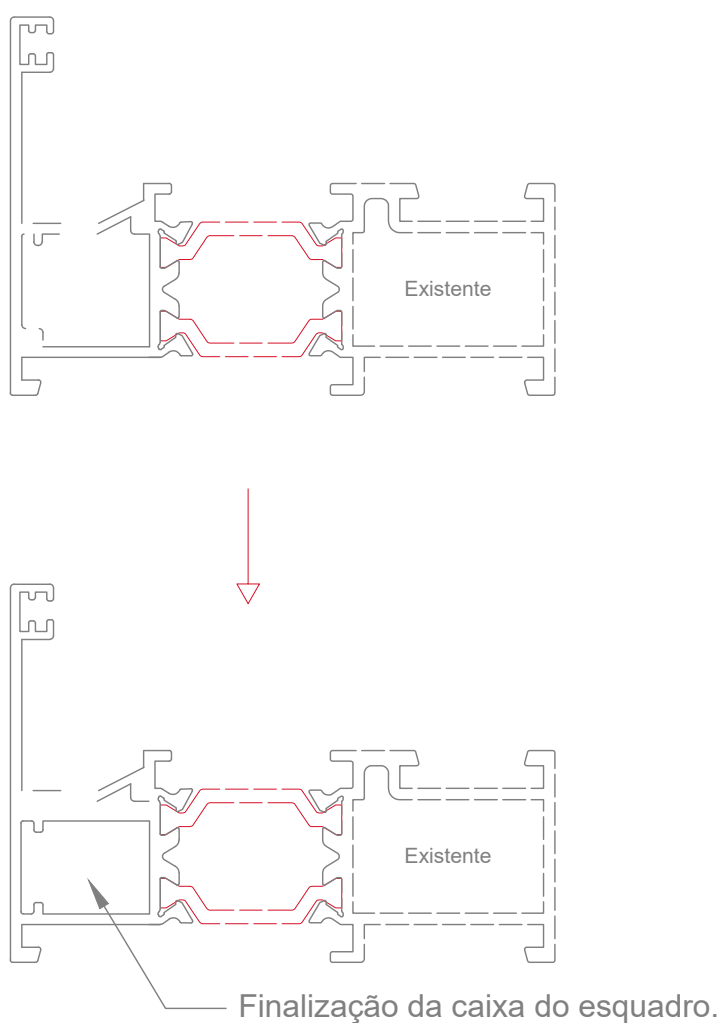
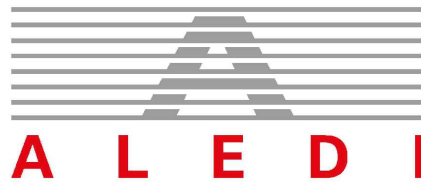
Desenvolvimento de sistema com 72mm



Pormenores de uniformização e aperfeiçoamento da matriz, assim como de redução de peso em zonas não críticas.

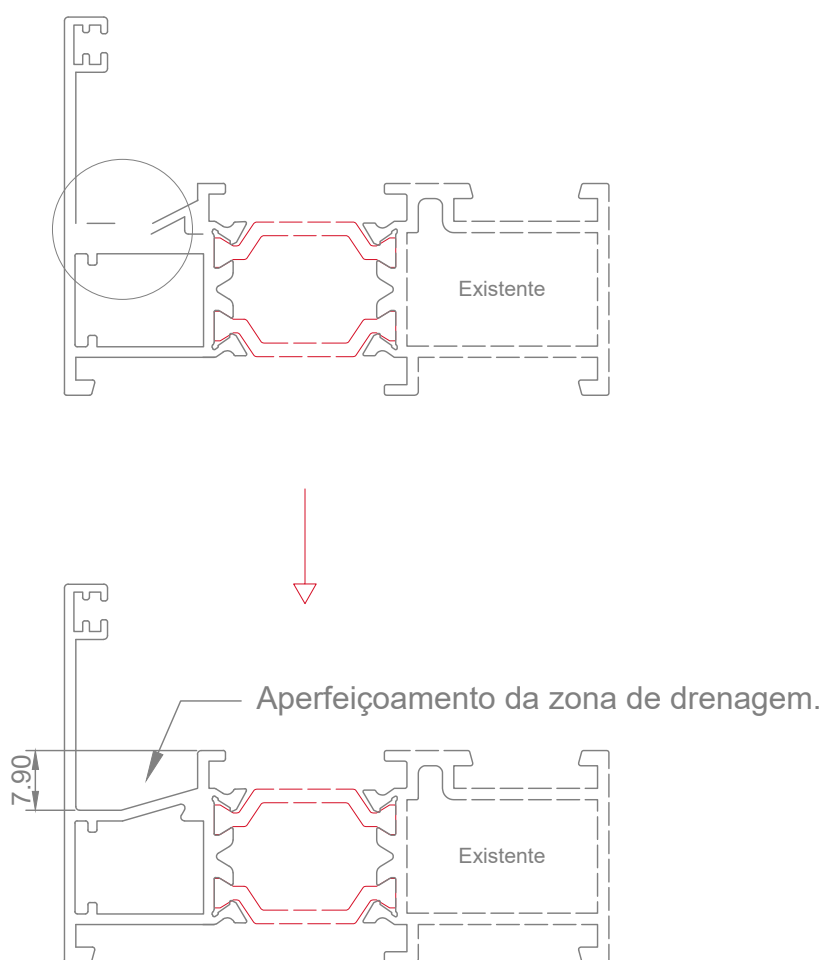
Anexo A

Desenvolvimento de sistema com 72mm



Pormenores de uniformização e aperfeiçoamento da matriz, assim como de redução de peso em zonas não críticas.

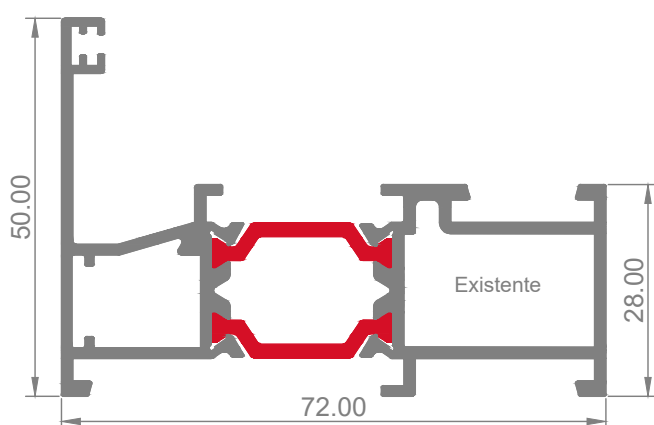
Desenvolvimento de sistema com 72mm



Pormenores de uniformização e aperfeiçoamento da matriz, assim como de redução de peso em zonas não críticas.

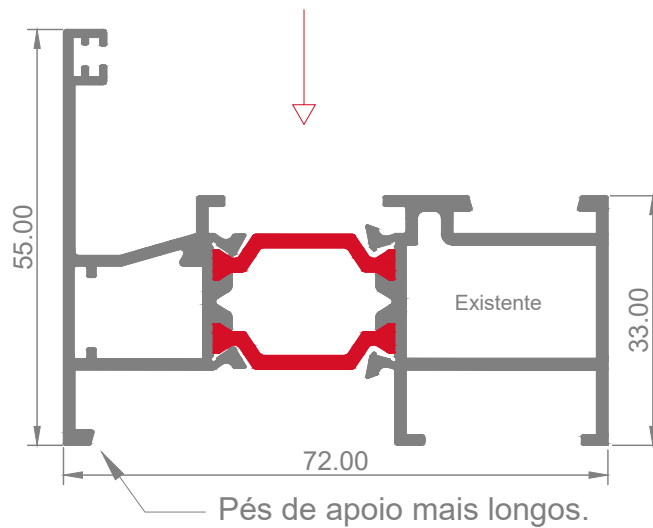
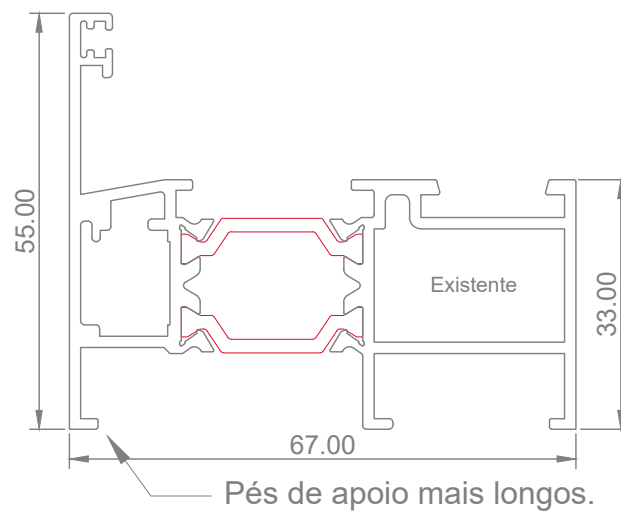
Anexo A

Desenvolvimento de sistema com 72mm



Vista final do aro fixo, onde é de notar o aumento significativo do canal de drenagem e a simplicidade (pretendida) do perfil.

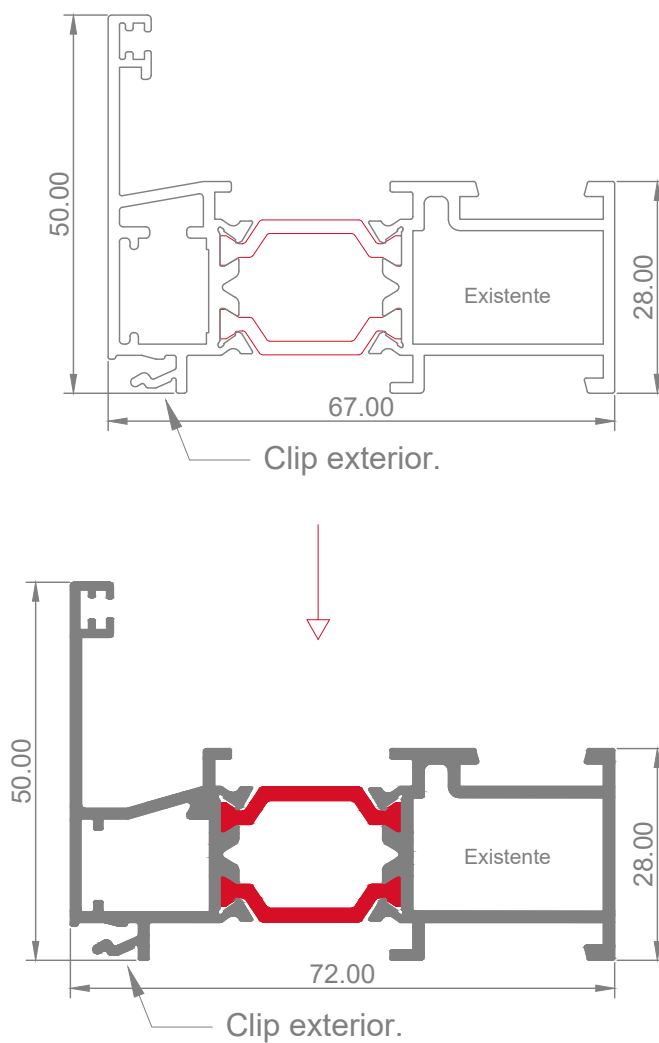
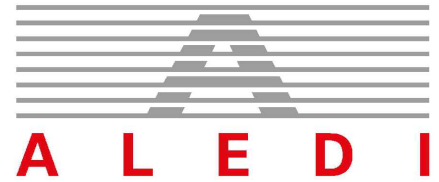
Desenvolvimento de sistema com 72mm



Aplicação das modificações aos restantes aros fixos.

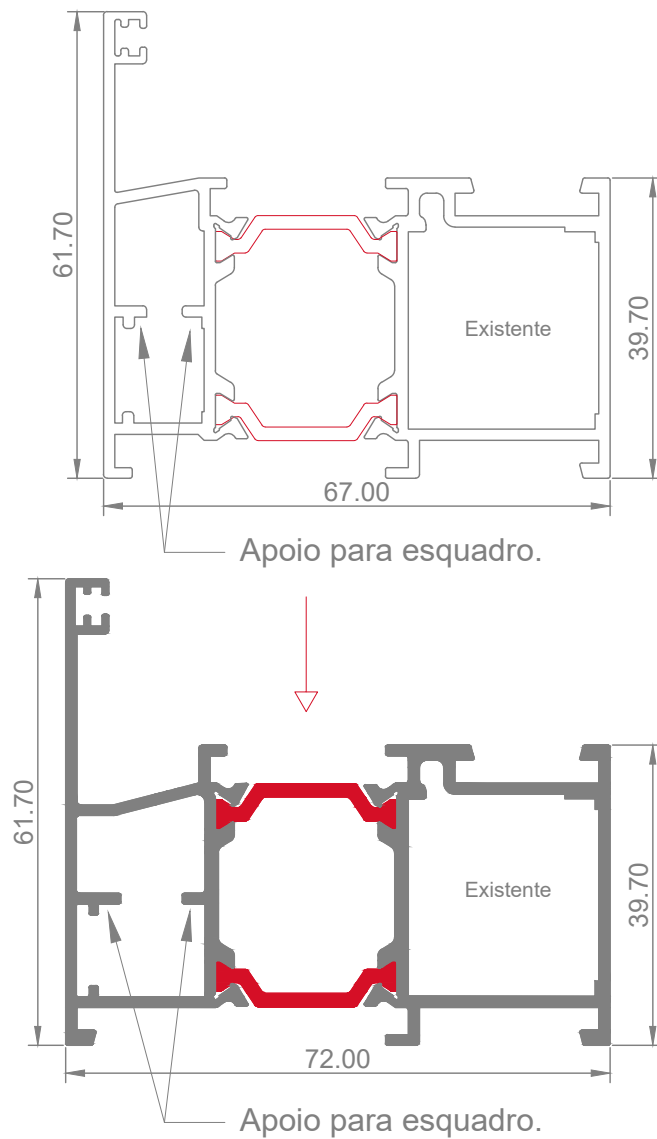
Anexo A

Desenvolvimento de sistema com 72mm



Aplicação das modificações aos restantes aros fixos.

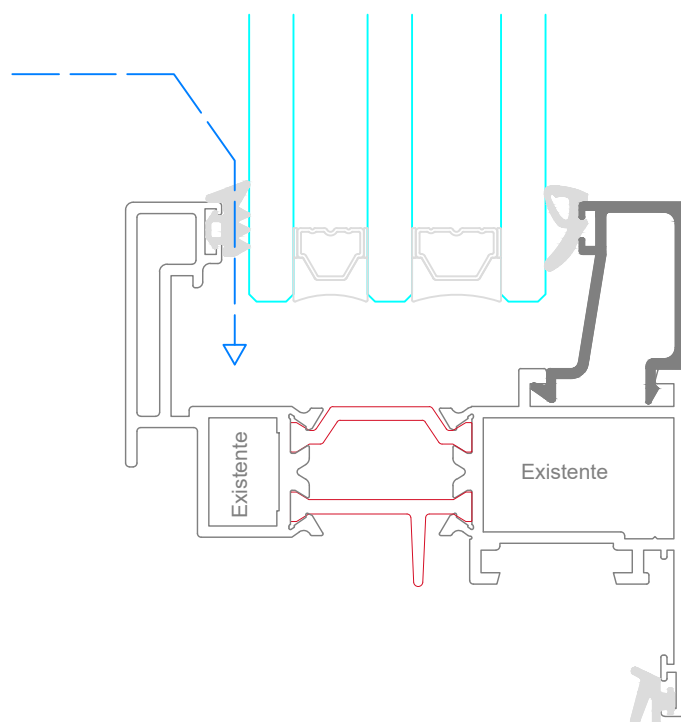
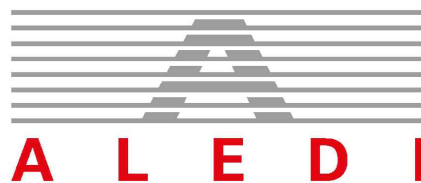
Desenvolvimento de sistema com 72mm



Aplicação das modificações aos restantes aros fixos.

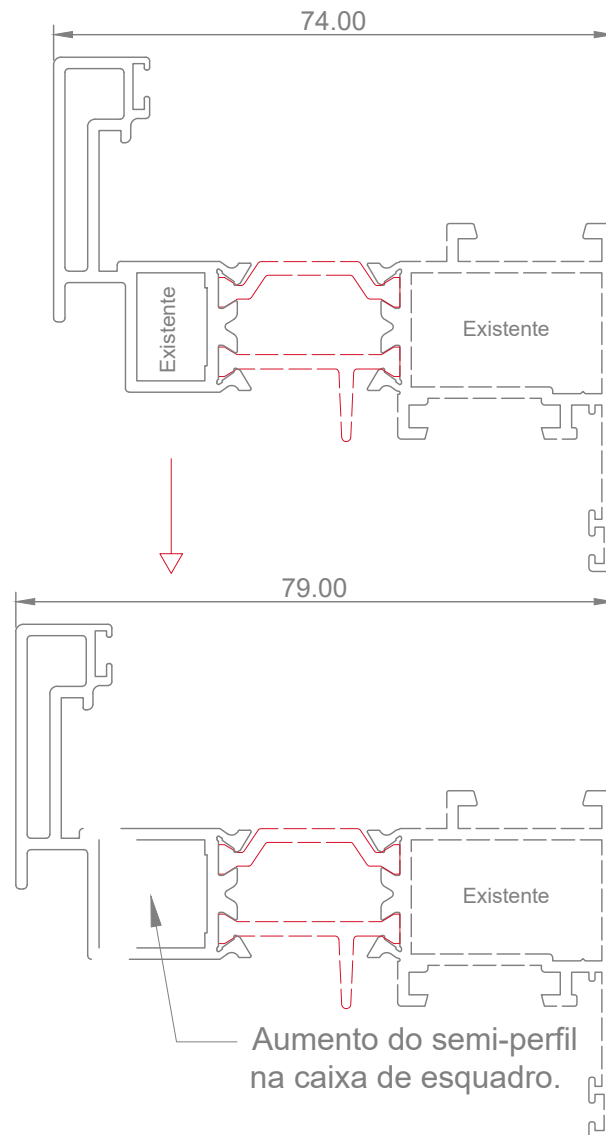
Anexo A

Desenvolvimento de sistema com 72mm



Aplicação dos mesmos princípios ao desenvolvimento do aro móvel.

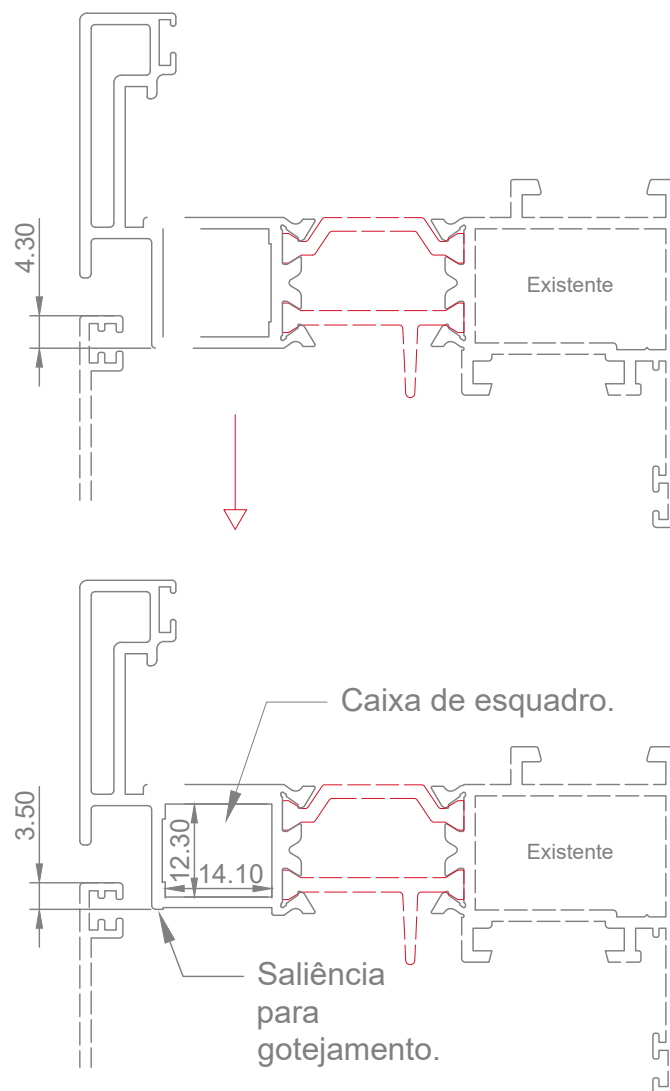
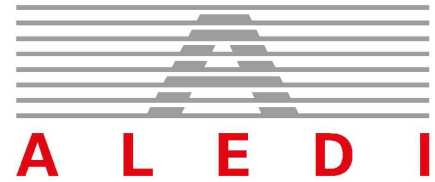
Desenvolvimento de sistema com 72mm



Aumento da largura em 5mm (respeitando a localização dos pontos fundamentais).

Anexo A

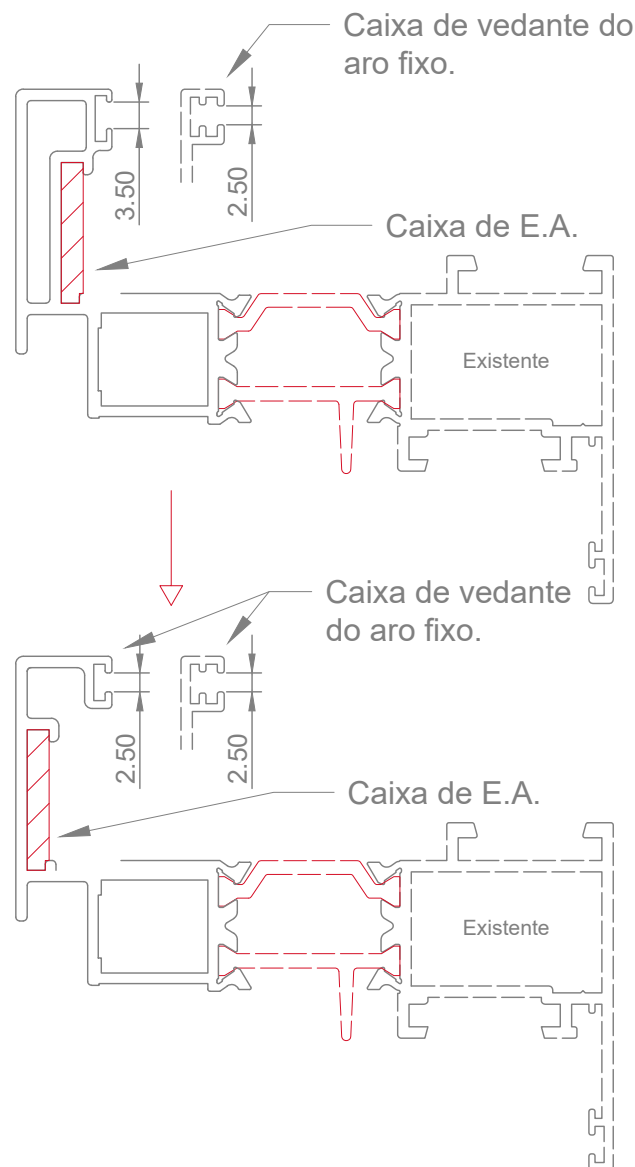
Desenvolvimento de sistema com 72mm



Construção da caixa para o esquadro (igual à do aro fixo para uma maior uniformidade).

Aumento da tolerância de fecho para janelas estreitas (subindo a extremidade mais avançada do perfil de forma a sobrepor-se ao aro fixo em apenas 3.5mm - medida mínima recomendada para um bom funcionamento da vedação exterior).

Desenvolvimento de sistema com 72mm

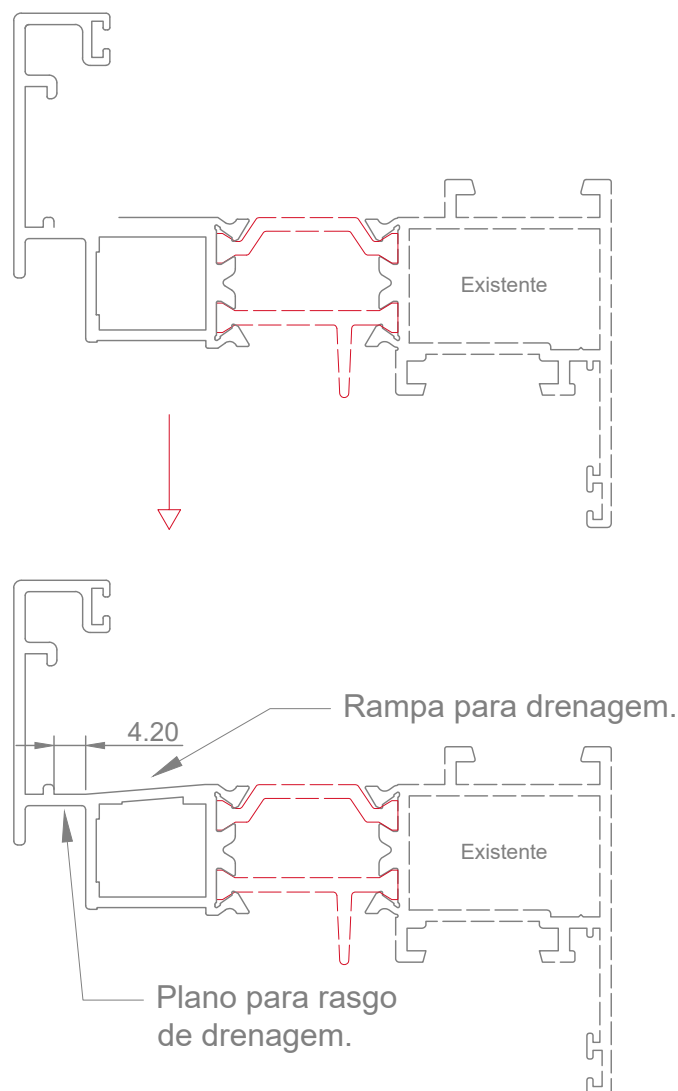
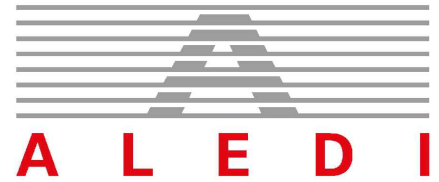


Modificação da caixa de vedante de vidro para receber o mesmo vedante do aro fixo (uniformização dos perfis).

Remoção da caixa de ar exterior (considerada desnecessária do ponto de vista estrutural) e recolocação dos apoios para o esquadro de alinhamento exterior.

Anexo A

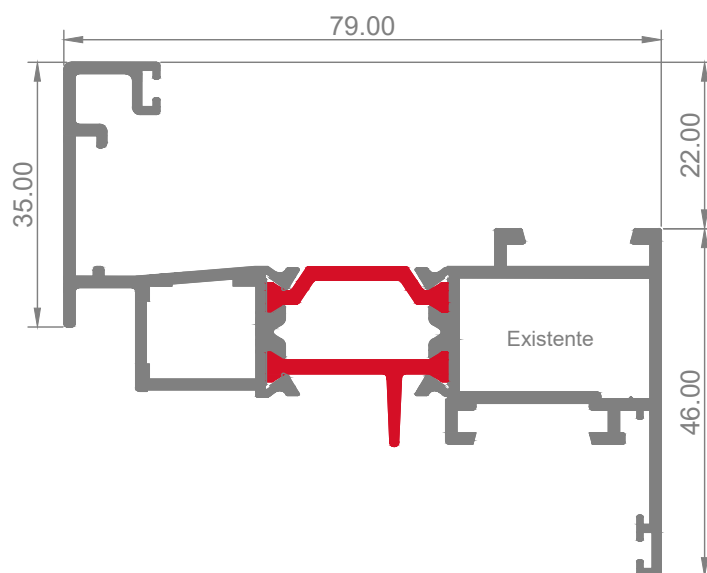
Desenvolvimento de sistema com 72mm



Introdução de "rampa" para favorecer o escoamento no sentido dos rasgos de drenagem.

Manutenção de superfície em plano para facilitar a fresagem.

Desenvolvimento de sistema com 72mm

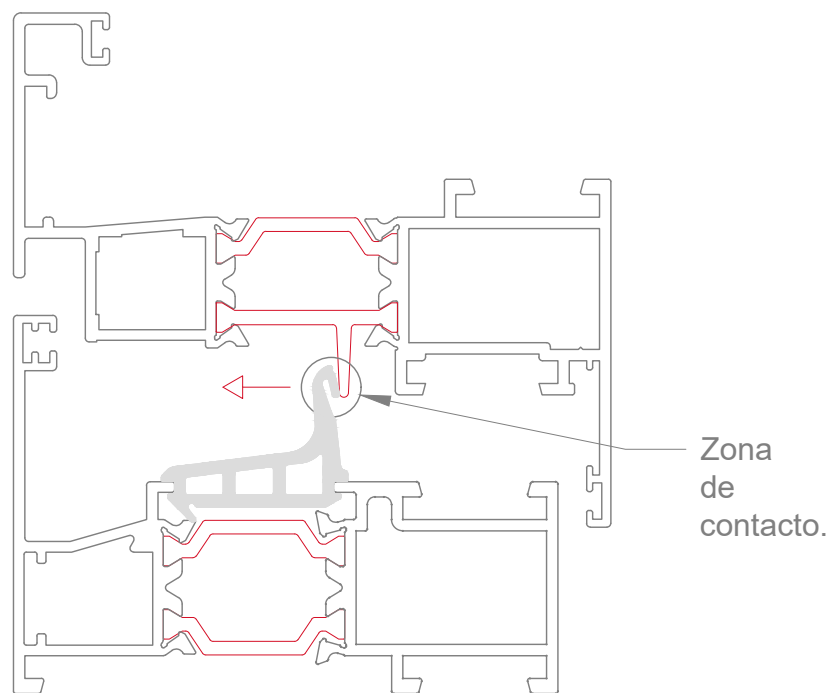
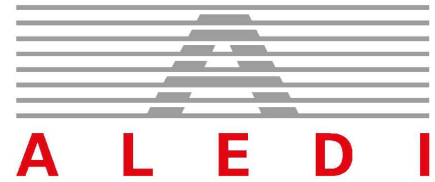


Vista final do aro móvel.

Poliamida provisória.

Anexo A

Desenvolvimento de sistema com 72mm

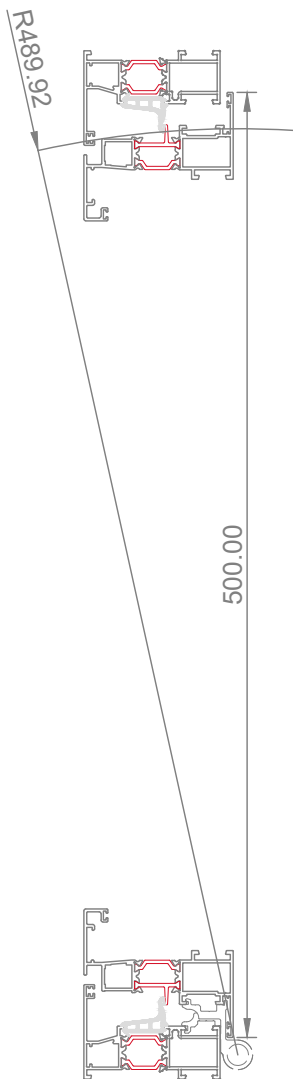


É necessário verificar a viabilidade desta poliamida face à largura mínima de folha móvel recomendada (500mm).

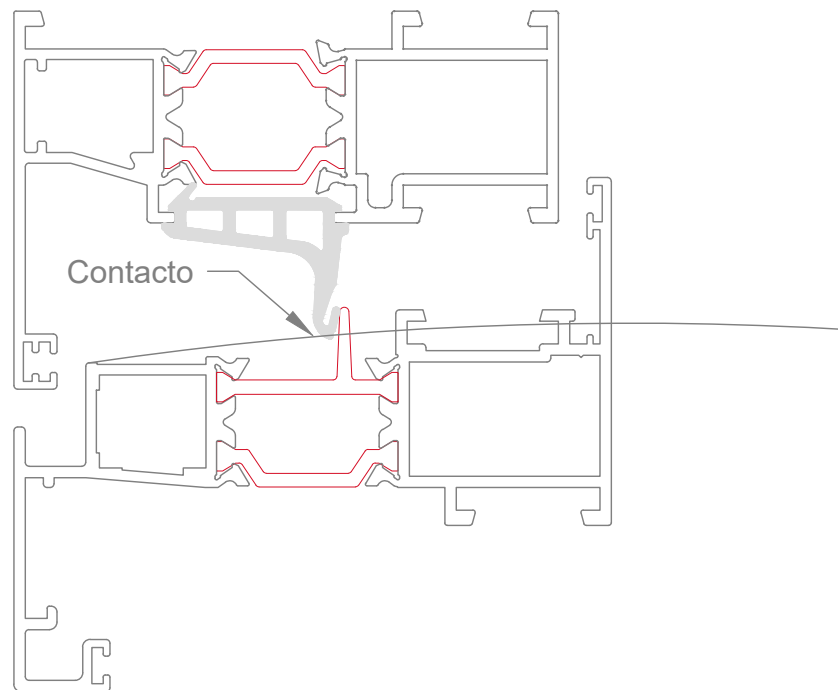
É conhecimento nosso, por experiências anteriores, que quanto mais largos os perfis, mais necessário se torna o avanço do ponto de contacto entre a vedação central e a extremidade da poliamida.

É também pretensão nossa a utilização de uma poliamida com caixa de ar e simétrica (para facilitar o processo de cravação).

Desenvolvimento de sistema com 72mm



1:4

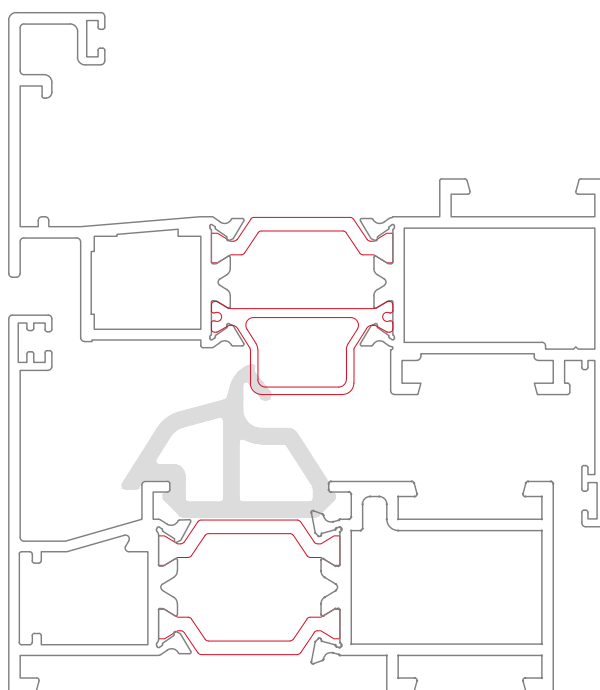


Com 500mm de folha móvel, o vedante central toca a extremidade do perfil (contacto entre o vedante e o raio de abertura).

É necessário avançar a extremidade do vedante.

Anexo A

Desenvolvimento de sistema com 72mm

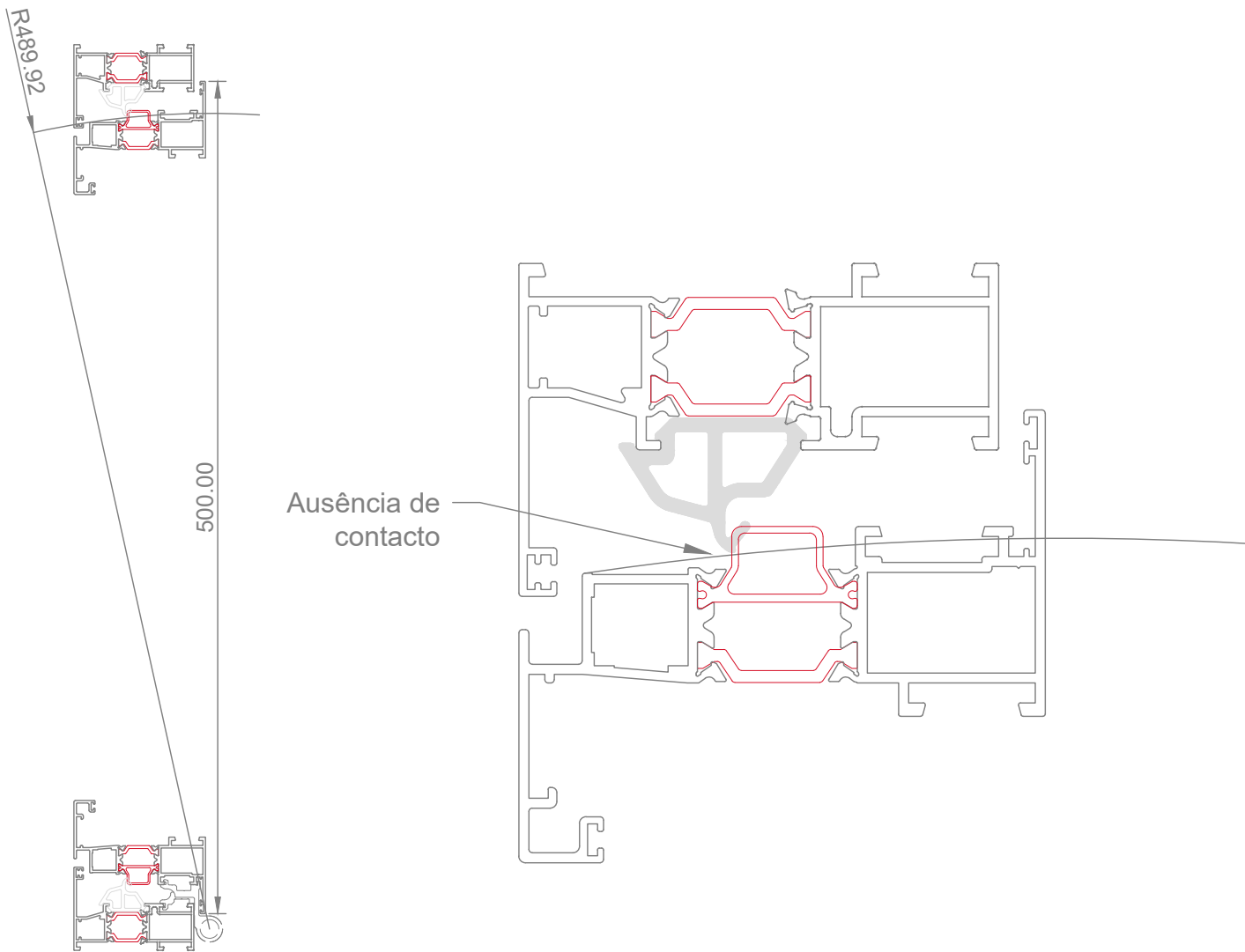


Proposta de poliamida e vedante central (em colaboração com os fornecedores de cada parte, uma vez que obedecem a requisitos específicos de construção).

Avanço máximo possível da poliamida de forma a evitar contacto e a preencher o mínimo de abertura pretendido.

Vedante central em EPDM com caixas de ar significativas e reforço central.

Desenvolvimento de sistema com 72mm



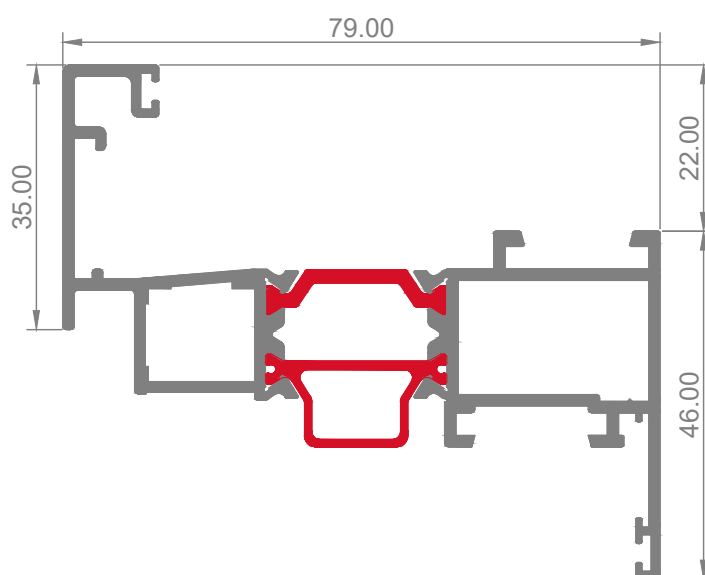
1:4

Tolerância mínima atingida.

Vedante e poliamida aprovados.

Anexo A

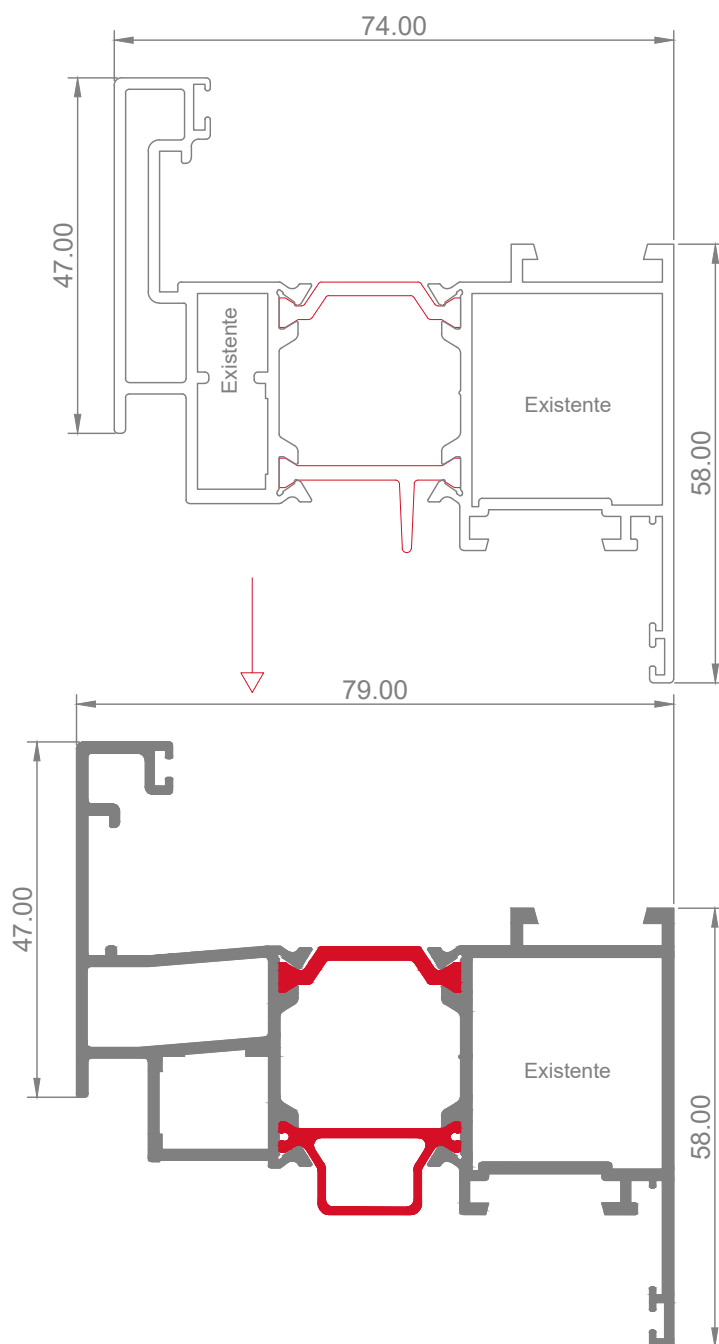
Desenvolvimento de sistema com 72mm



Vista final do aro móvel.

Poliamida aprovada.

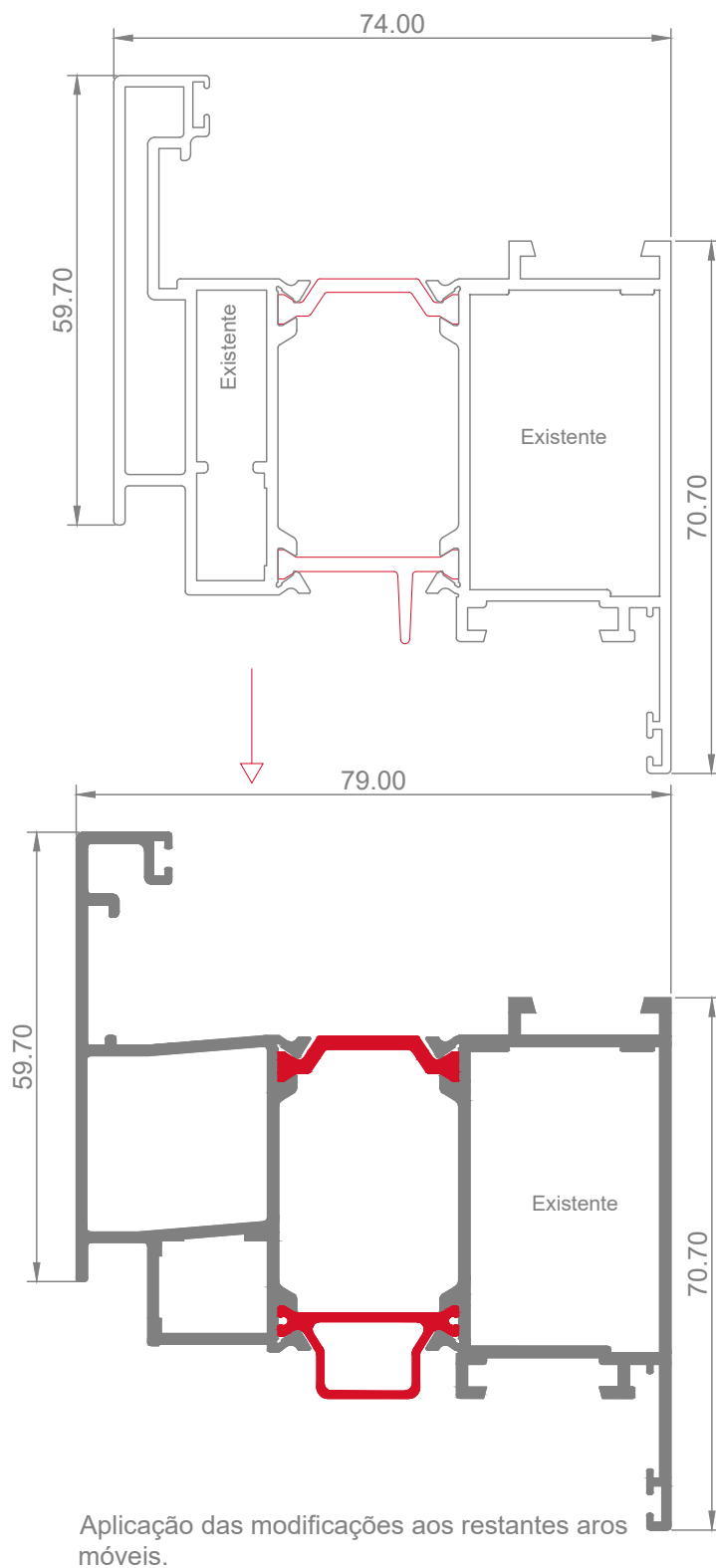
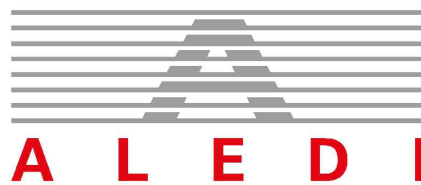
Desenvolvimento de sistema
com 72mm



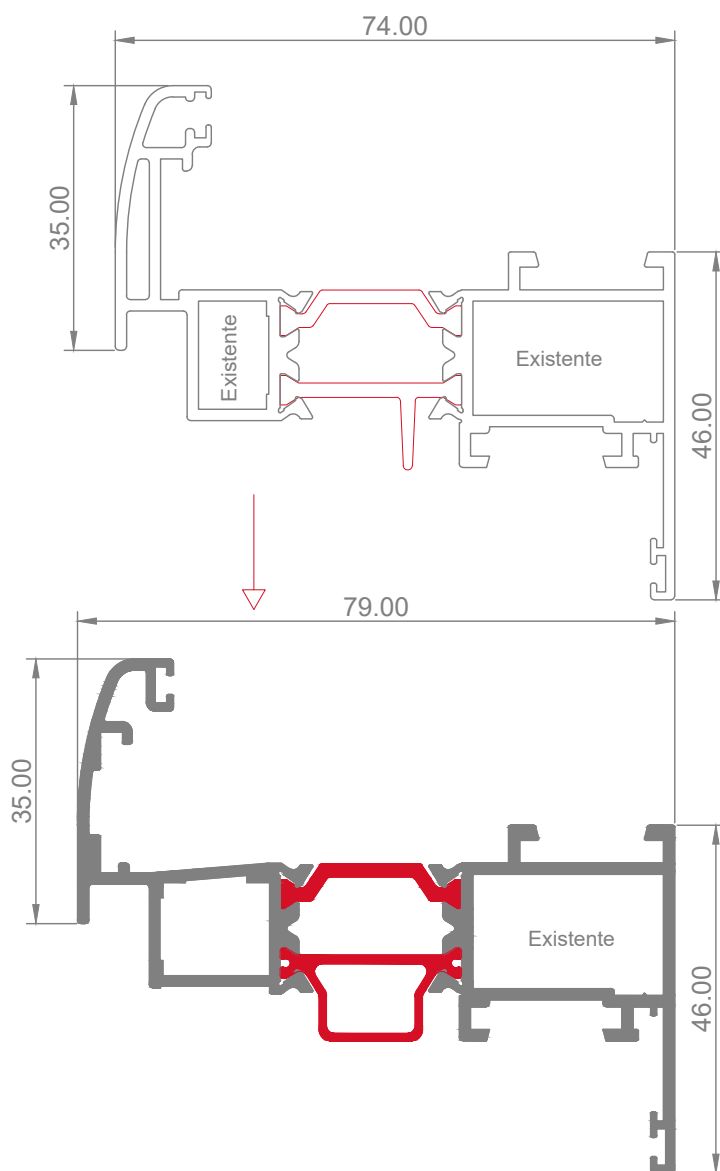
Aplicação das modificações aos restantes aros
móveis.

Anexo A

Desenvolvimento de sistema com 72mm



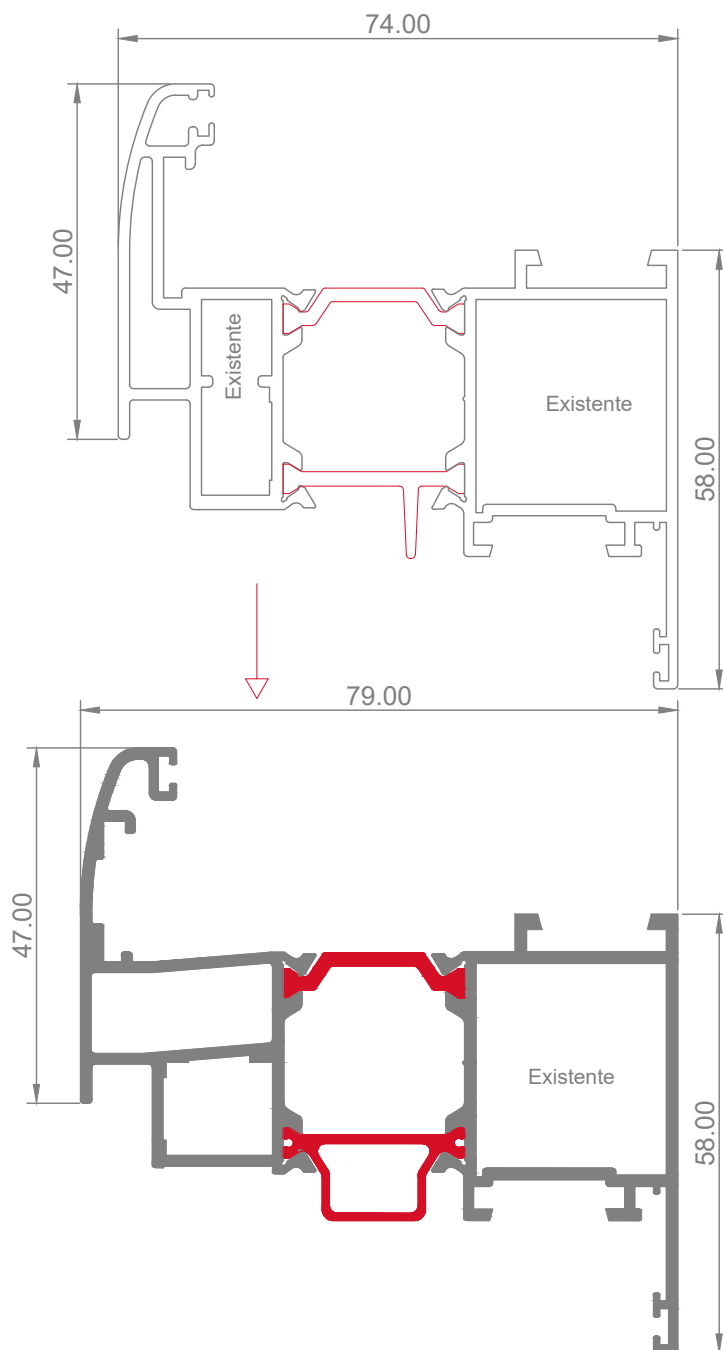
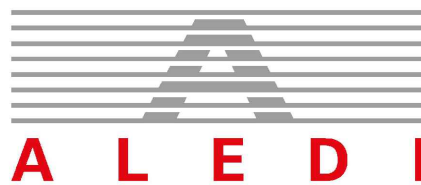
Desenvolvimento de sistema
com 72mm



Aplicação das modificações aos restantes aros
móveis.

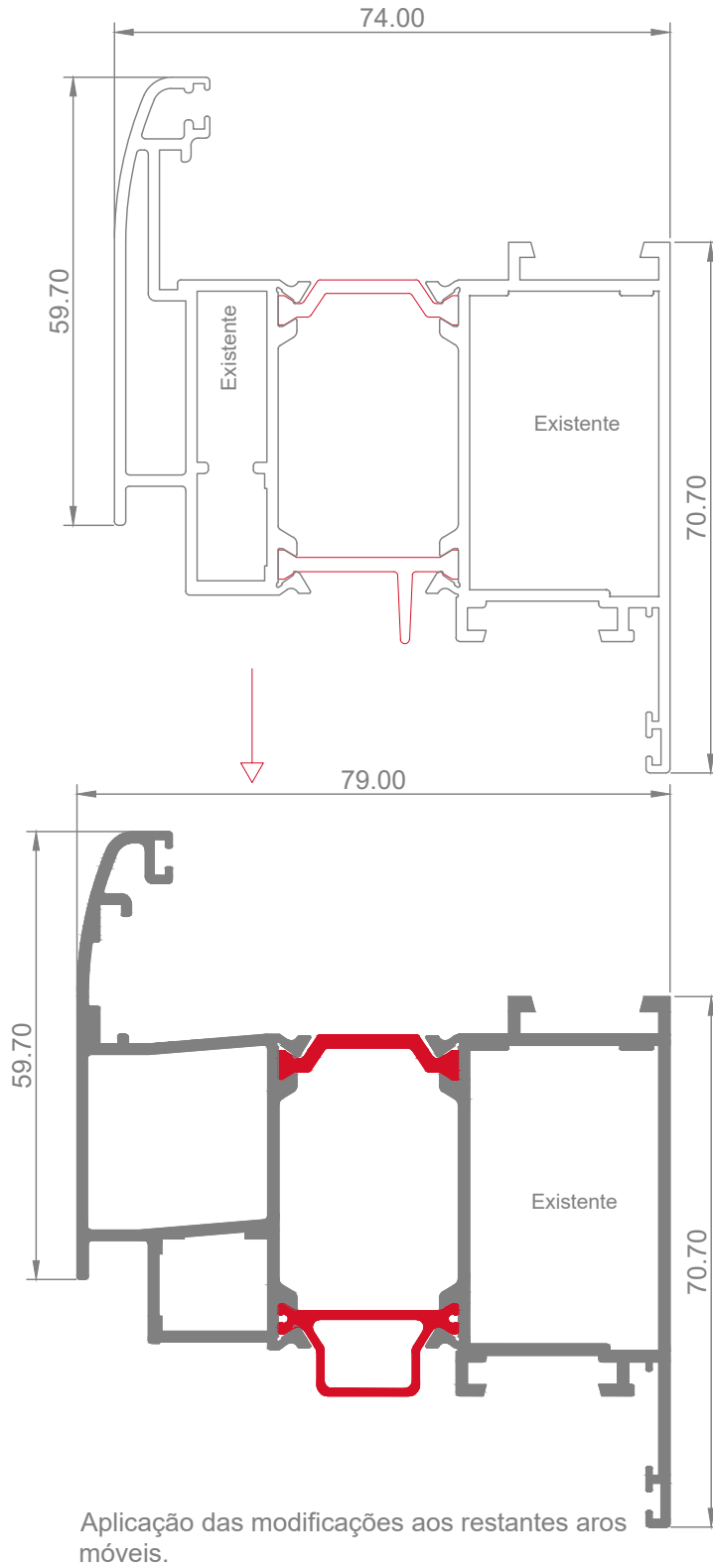
Anexo A

Desenvolvimento de sistema com 72mm



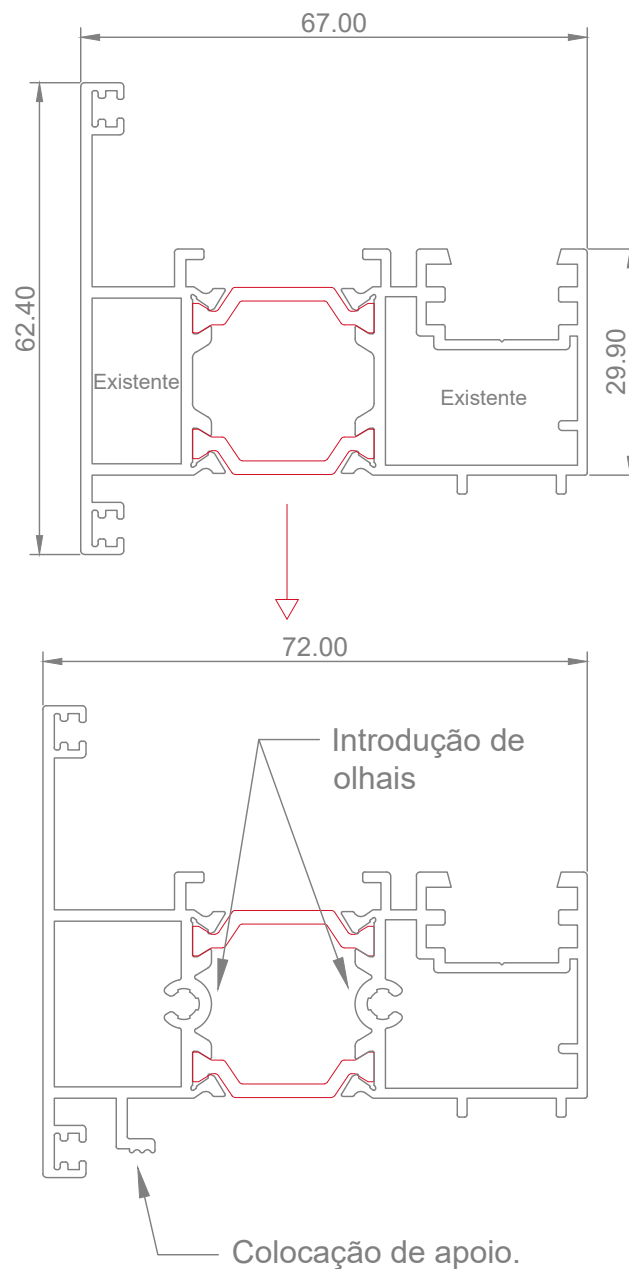
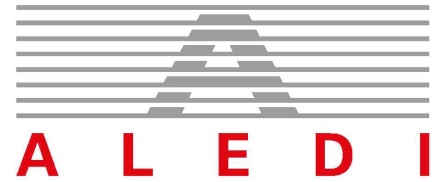
Aplicação das modificações aos restantes aros móveis.

Desenvolvimento de sistema com 72mm



Anexo A

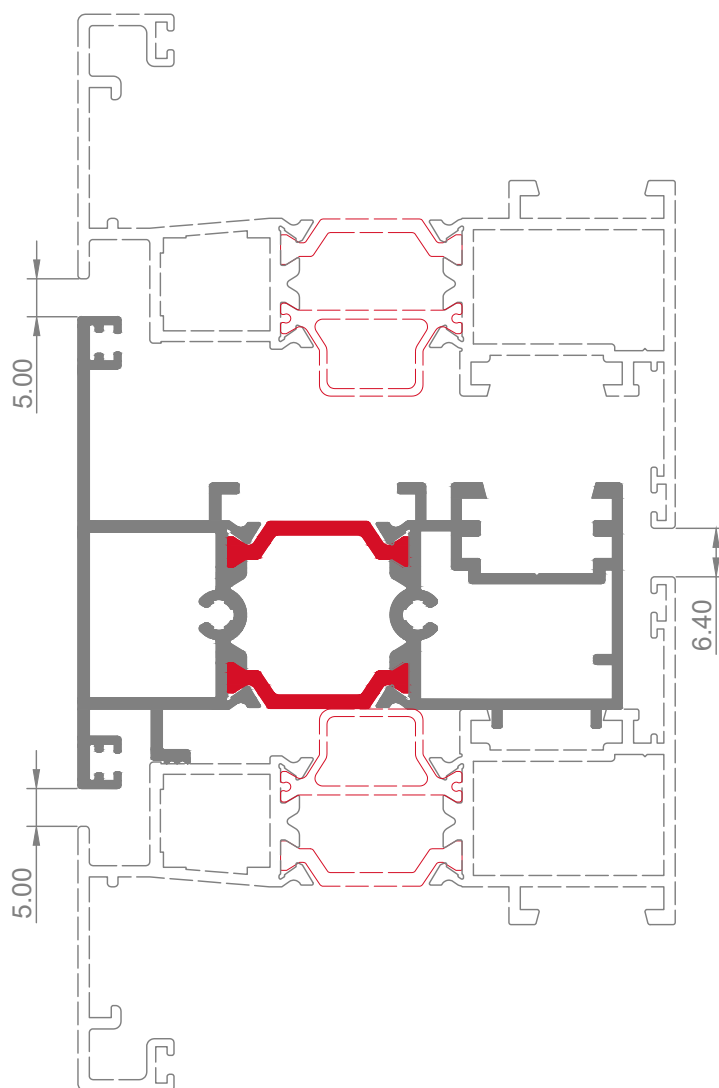
Desenvolvimento de sistema com 72mm



Desenvolvimento do inversor, com base nos perfis existentes.

Pretende-se um perfil com olhais para facilitar a aplicação dos respetivos topos e com maior superfície de contacto para aumentar a sua estabilidade.

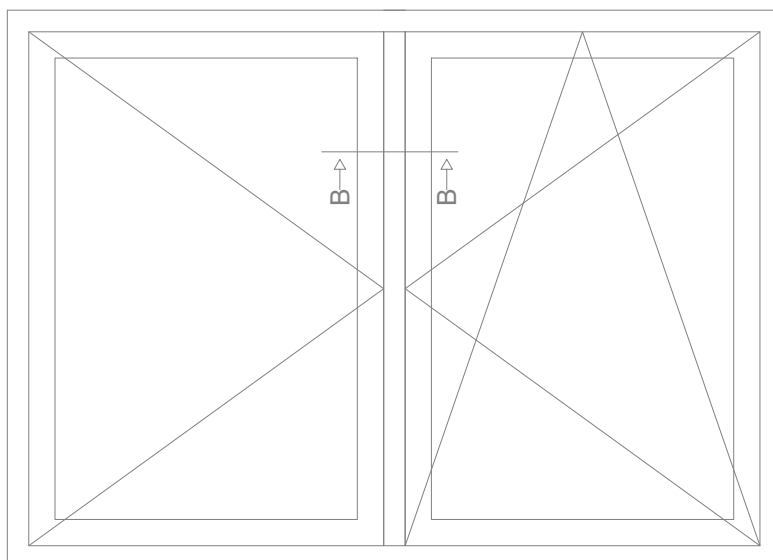
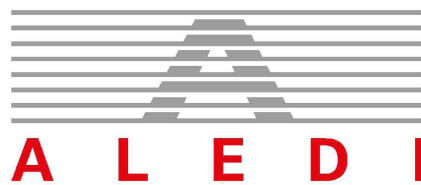
Desenvolvimento de sistema com 72mm

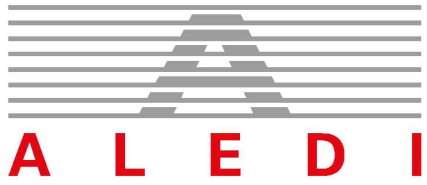


Vista do inversor aprovado na sua posição face ao aro móvel.

Anexo A

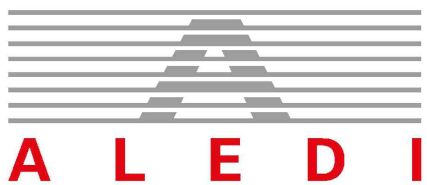
Desenvolvimento de sistema com 72mm



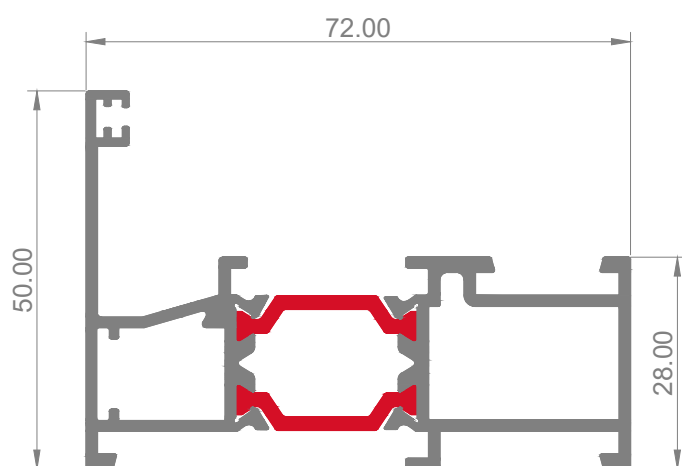


Anexo A
Desenvolvimento de sistema
com 72mm

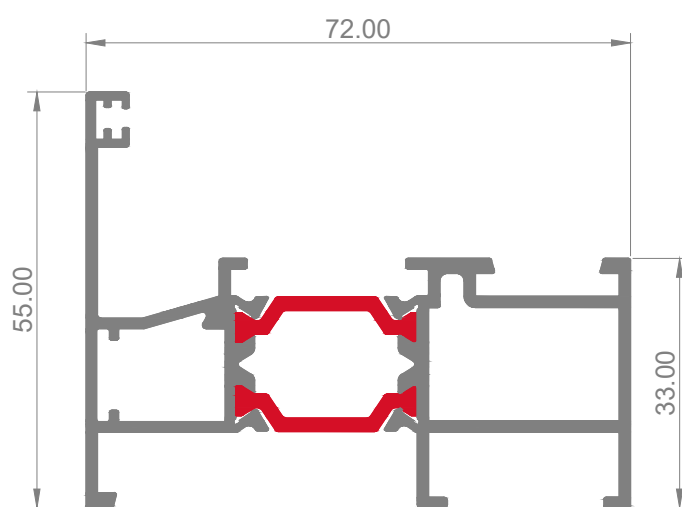
Anexo B



Anexo B
72RT
Perfis cotados

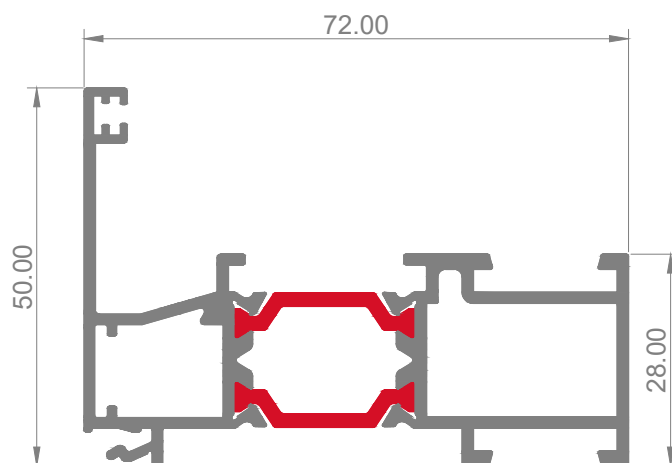


Aro fixo (28 mm)

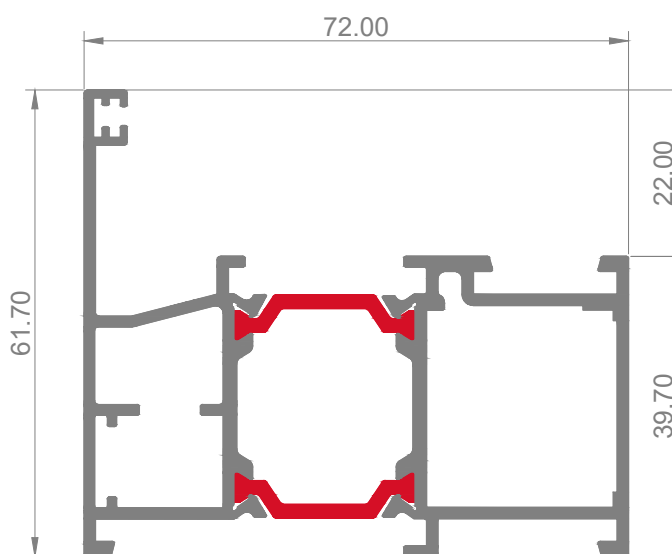


Aro fixo médio (33 mm)

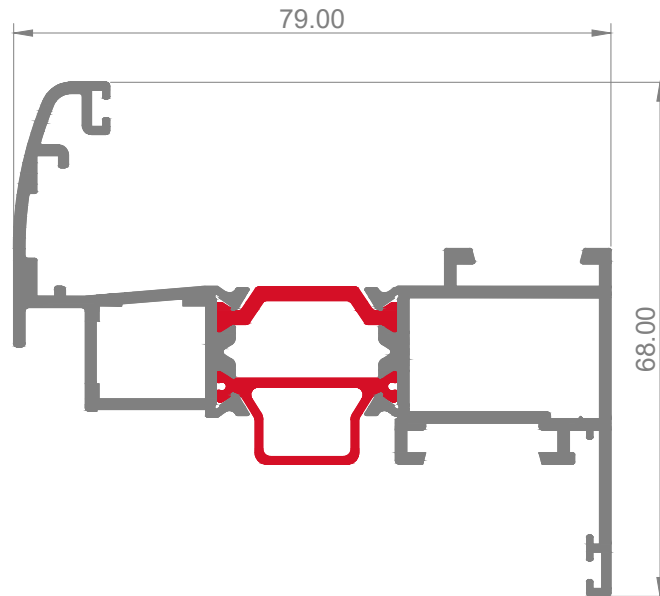
Anexo B
72RT
Perfis cotados



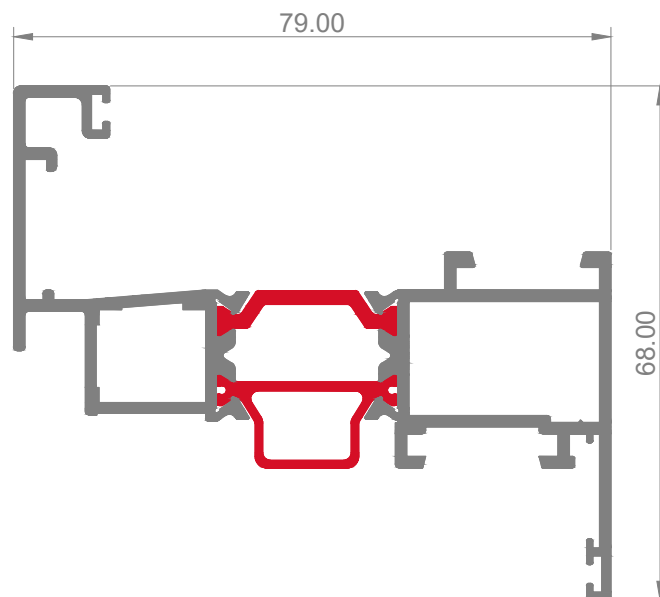
Aro fixo c/ clip exterior (28 mm)



Aro fixo alto (39,7 mm)

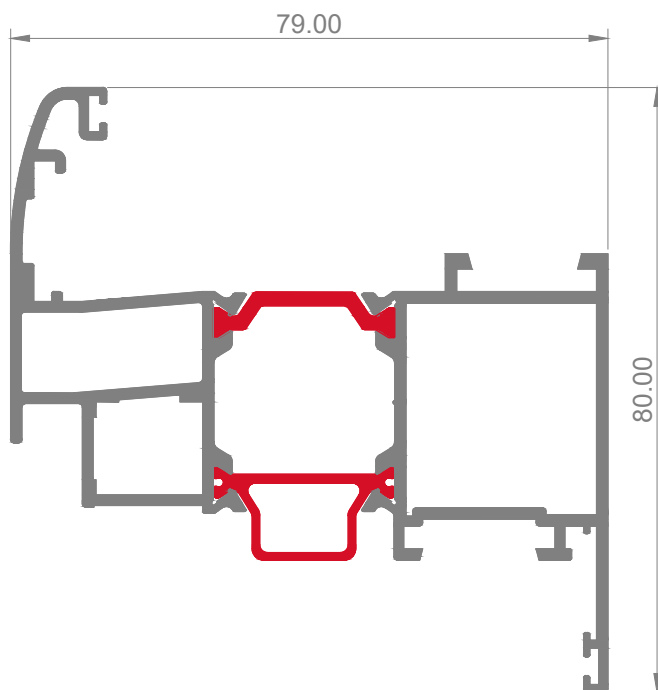


Aro móvel de janela, linha curva

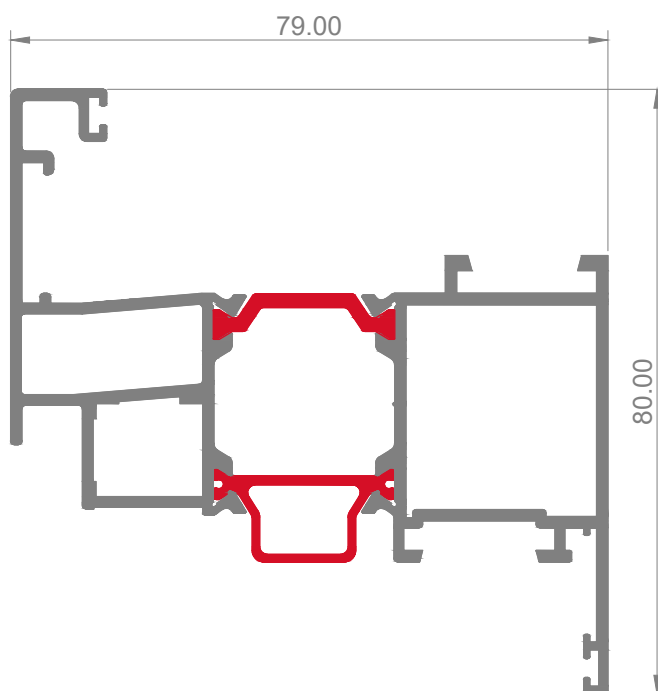


Aro móvel de janela, linha direita

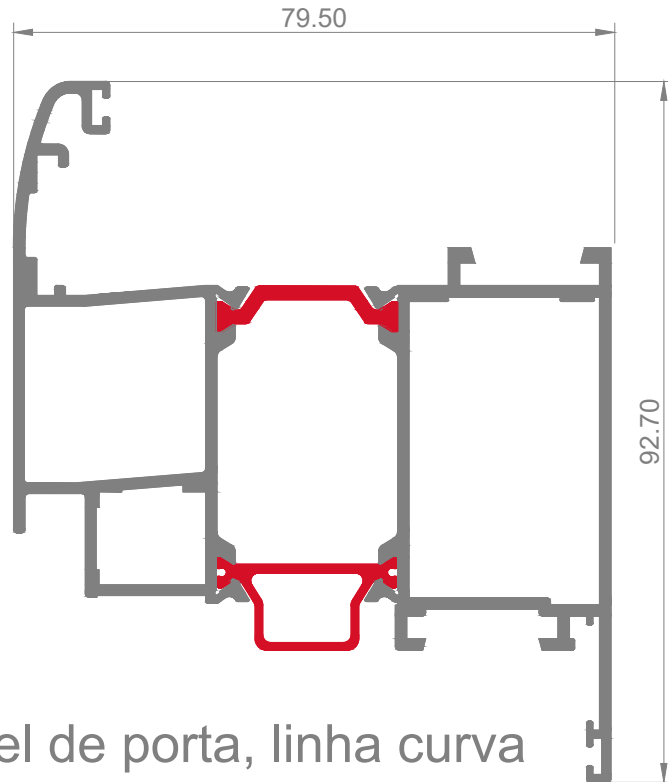
Anexo B
72RT
Perfis cotados



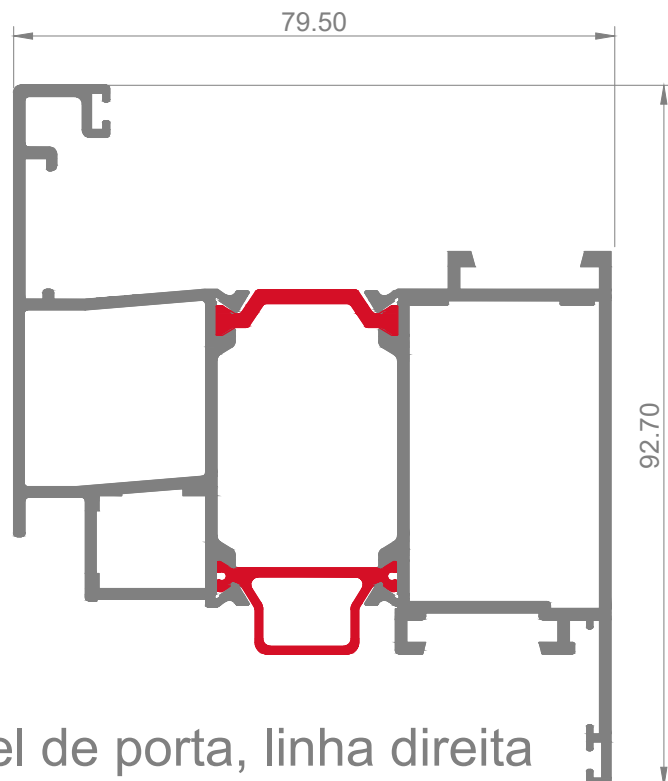
Aro móvel médio, linha curva



Aro móvel médio, linha direita

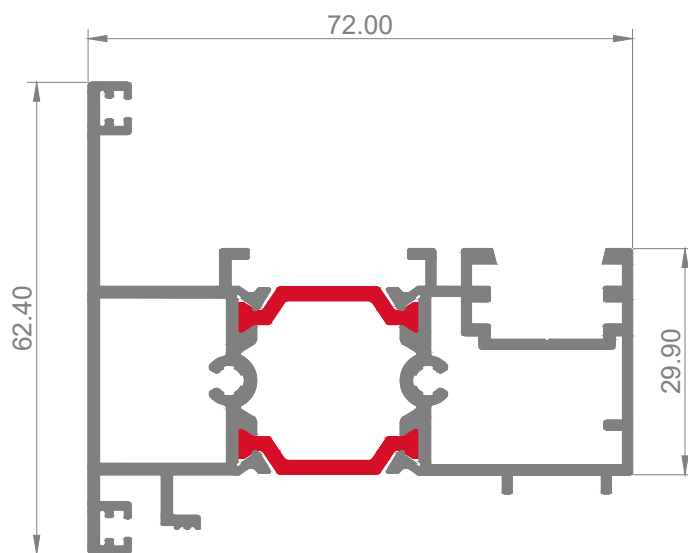


Aro móvel de porta, linha curva



Aro móvel de porta, linha direita

Anexo B
72RT
Perfis cotados



Inversor