

SISTEMAS PARA FACHADAS VENTILADAS

Sérgio Mendes
Franklim Morais
Daniel Brandão

UM ESTUDO COMPARATIVO



DA
DEPARTAMENTO
ARQUITETURA
ESCO

LIA
LABORATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO
ARQUITETURA
ESCO

SISTEMAS PARA FACHADAS VENTILADAS

UM ESTUDO COMPARATIVO

Sérgio Mendes
Franklim Morais
Daniel Brandão

Mai de 2016

PREÂMBULO

O presente estudo foi elaborado no decurso do desenvolvimento do projeto de investigação ESAP/2015/P16/DARQ – *Projeto de sistema de fixação de revestimento para fachadas ventiladas*, financiado pela ESAP – Escola Superior Artística do Porto na sequência de um concurso com júri internacional.

Trata-se de um estudo comparativo de diversos sistemas de fachadas ventiladas existentes no mercado nacional e dirige-se aos estudantes dos cursos de arquitetura¹.

Pretende-se com este estudo, por um lado, dar a conhecer as vantagens da utilização de fachadas ventiladas nos edifícios, nomeadamente no que se refere à melhoria das condições de conforto, de comportamento higrotérmico e da respetiva sustentabilidade.

Por outro lado pretende-se que o presente estudo sirva igualmente como manual didático para os alunos. Por esse motivo expõem-se as características dos diversos sistemas, focando as especificidades de cada um. Não se pretendendo ser exaustivo na enumeração das soluções construtivas existentes, uma vez que para esse efeito nos remetemos para uma base de dados desenvolvida no âmbito da referida investigação², apresentam-se ainda as pormenorizações tipo mais correntes utilizadas para cada material.

1. O presente estudo foi elaborado, concretamente, para ser distribuído pelos alunos do 5.º ano do Mestrado Integrado em Arquitetura da Escola Superior Artística do Porto.
2. Trata-se de uma base de dados sobre Fachadas Ventiladas que estará brevemente disponível na Internet.

FICHA TÉCNICA

Título: Sistema para Fachadas Ventiladas: um Estudo Comparativo

Autores: Sérgio Mendes | Franklim Morais | Daniel Brandão

© Sérgio Mendes, Franklim Morais, Daniel Brandão e CESAP/ESAP/DARQ/LIA, 2016

Conceção gráfica: Isabel Araújo

Imagem da Capa: City Square Mortsel, Bélgica

Edição: CESAP – Cooperativa de Ensino Superior Artístico do Porto

ISBN: 978-972-8784-77-5

Depósito Legal: 409598/16

Impressão e acabamento: Santa Casa da Misericórdia do Porto – Artes Gráficas
e Serviços de Imprensa

Tiragem: 300 exemplares

Maio de 2016

1. INTRODUÇÃO

1.1. FACHADAS VENTILADAS: UM BREVE ENQUADRAMENTO HISTÓRICO/ /CONSTRUTIVO

As fachadas ventiladas têm vindo a conquistar o mercado da construção civil em Portugal, tendência que tem vindo a adquirir maior notoriedade nas duas últimas décadas. Trata-se, em parte, de uma evolução dos sistemas construtivos inicialmente utilizados para corrigir as pontes térmicas nos edifícios.

Com efeito, na Península Ibérica como noutras zonas do mundo, nas décadas de 70 e 80 do século passado, foram sendo ensaiadas em diversos edifícios soluções construtivas em que se procurava separar a parede exterior de alvenaria do restante edifício através da interposição de uma câmara-de-ar contínua.

Vicente Moreno, um reputado arquiteto e investigador Catalão, no seu livro *Fachada Ventilada* e no contexto da construção em tijolo-à-vista em Espanha, designou este tipo de fachada como uma *fachada corrida*³.

A principal inovação das *fachadas corridas*, para utilizar a sua expressão, era o fato de possibilitarem a aplicação dos isolamento térmicos em toda a extensão da câmara-de-ar sem criar pontes térmicas, ao contrário da alvenaria dupla confinada pela estrutura do edifício.

O conjunto formado pelo isolamento térmico contínuo e o ar parado contido na câmara-de-ar permitiam assim melhorar consideravelmente o comportamento térmico dos edifícios.

No entanto, nos edifícios construídos com tijolo-à-vista, atendendo à porosidade dos próprios tijolos, das argamassas utilizadas nas respetivas juntas e ainda das condensações, o problema da ventilação e da drenagem da água da câmara-de-ar assumiu sempre uma particular importância.

3. MORENO, Vicente Sarrablo, *Fachada Ventilada: Murais, Filtros, Envolventes Contínuas*, ed. Caleidoscópico, Casal de Cambra, 2008, p. 9.

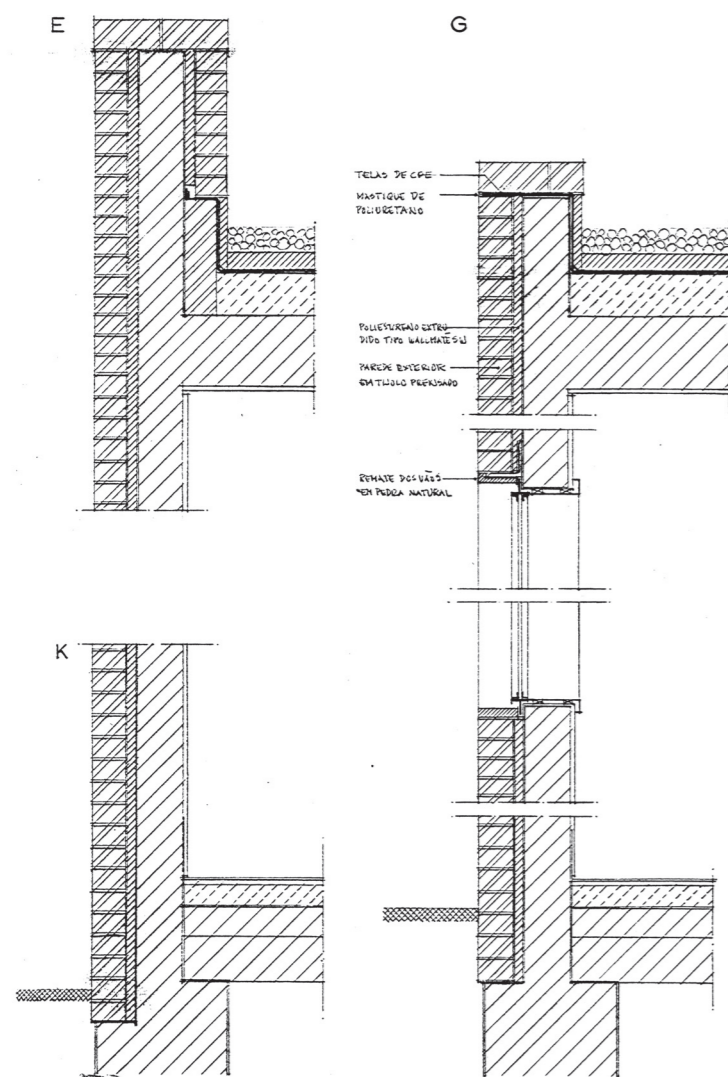


Fig. 1: Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro da Universidade de Aveiro. Pormenorizações de fachada corrida em tijolo-à-vista, parcialmente suportada por cantoneiras de aço.



Fig. 2: Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro da Universidade de Aveiro. Os dois tipos de tijolo denunciam as reparações efetuadas na fachada do edifício.

Refere assim este autor, que:

«Em climas mais quentes ou com maior nível de humidade ambiental, esta câmara pode contemplar aberturas inferiores e superiores suficientes para permitir a ventilação e, simultaneamente, uma boa drenagem. Temos então aquilo a que convencionámos chamar fachada ventilada»⁴.

As fachadas corridas em alvenaria vieram a revelar, no entanto, comportar grandes riscos construtivos. Libertos da estrutura em betão, os paramentos exteriores das fachadas não apenas dilatavam livremente, como se encontravam ainda frequentemente ancorados ao edifício através de sistemas de suporte e grampeamento relativamente artesanais e pouco eficazes (Figura 1).

O Campus da Universidade de Aveiro, por exemplo, foi palco de diversas experiências construtivas deste tipo, com consequências nefastas no que se refere à integridade dos edifícios, tendo ocorrido diversos casos em que foi necessário proceder a reparações avultadas nas fachadas dos edifícios em consequência da fissuração resultante da excessiva dilatação das mesmas (Figura 2).

Verificou-se, conseqüentemente, que a solução para eliminar as pontes térmicas nos edifícios não podia passar pela execução de soluções construtivas envolvendo revestimentos independentes rígidos e demasiado pesados, como as fachadas corridas anteriormente descritas.

Tornou-se assim necessário encontrar outro tipo de soluções, envolvendo materiais mais leves que, adequadamente fixos ao suporte, resolvessem este problema, possibilitando a colocação dos isolamento térmicos dos edifícios pelo exterior das alvenarias sem que ocorresse o risco da fissuração das mesmas.

Em Portugal, os pioneiros neste campo foram certamente as empresas ligadas à aplicação de pedra natural em fachadas. Com efeito, procurando resolver o problema do aparecimento de manchas nas zonas de colagem das pedras às alvenarias, estas empresas foram desenvolvendo diversos tipos de grampos de fixação que asseguravam a independência entre suporte e revestimento através da interposição de uma câmara-de-ar, ventilada graças às juntas abertas.

Os isolamentos térmicos passaram então a ser colocados no interior desta câmara-de-ar, fixos às alvenarias. Estava aberta a oportunidade para o aparecimento dos modernos sistemas de fachadas ventiladas, consoante foram sendo adaptadas as formas de fixação de alguns materiais tradicionais, como as cerâmicas, ou foram sendo desenvolvidos novos materiais de revestimento.

4. *Idem, idem*, pp. 9 e 10.

2. VANTAGENS DAS FACHADAS VENTILADAS

Uma fachada ventilada é, basicamente, constituída por um revestimento pouco espesso suportado através de fixações mecânicas a uma subestrutura, separado das alvenarias por uma câmara-de-ar ventilada dotada de um isolamento térmico. Trata-se de uma sistema construtivo que apresenta grandes vantagens relativamente às soluções tradicionais:

2.1. VANTAGENS GERAIS

2.1.1. O revestimento, suportado pela estrutura de suporte, torna-se independente do edifício. Por esse motivo, os esforços e vibrações que normalmente se traduzem em fissurações das fachadas tradicionais não têm repercussões nos revestimentos das fachadas ventiladas, reduzindo-se assim as despesas relacionadas com as respetivas reparações.

2.1.2. Independentemente da existência de qualquer irregularidade decorrente da execução da estrutura e das alvenarias, é possível executar uma fachada ventilada devidamente apurada, graças às afinações disponíveis nas subestruturas que as suportam.

2.1.3. Uma parte significativa dos sistemas de fachadas ventiladas existentes ficam limpos com as primeiras chuvas, o que representa também uma poupança significativa na manutenção dos edifícios.

2.2. COMPORTAMENTO HIGROTÉRMICO

2.2.1. Como já vimos, as fachadas ventiladas permitem que o isolamento térmico seja aplicado de forma contínua em toda a envolvente exterior dos edifícios, eliminando-se as pontes térmicas. Da eliminação das pontes térmicas resultam duas vantagens importantes. Por um lado, reduzem-se os desperdícios de energia resultantes das perdas geradas nos momentos em que se aque-

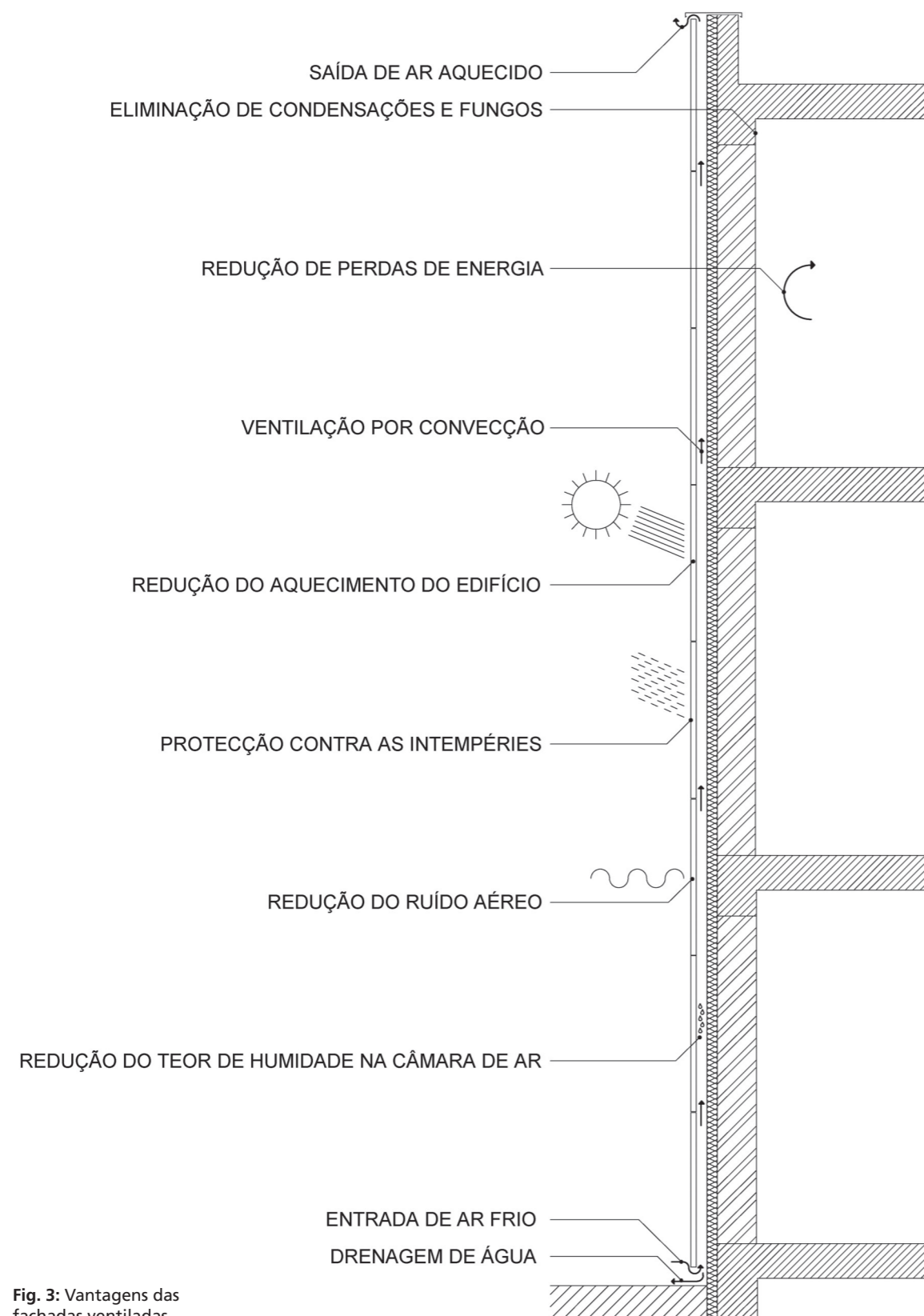


Fig. 3: Vantagens das fachadas ventiladas.

cem ou refrigeram os compartimentos. Por outro lado, eliminam-se os fungos originados pelas condensações do vapor de água gerado no interior contra as superfícies frias situadas ao longo das pontes térmicas. Alia-se assim, à maior inércia térmica do edifício, a ausência de condensações no interior.

2.2.2. As fachadas ventiladas permitem reduzir significativamente o aquecimento dos edifícios no verão. O revestimento exterior protege o edifício da incidência direta dos raios solares, sombreando-o. A câmara-de-ar ventilada, por sua vez, impede o calor acumulado no revestimento exterior de ser transmitido para o edifício, graças à circulação de ar induzida por convecção. O ar quente sobe, saindo pela junta de ventilação superior, sendo substituído pelo ar frio que entra na câmara-de-ar pela junta de ventilação inferior⁵.

2.2.3. No inverno o revestimento e a câmara-de-ar não contribuem para o aquecimento do edifício, mas a ventilação por convecção anteriormente referida reduz significativamente o teor de humidade da câmara-de-ar, melhorando o desempenho dos isolamento térmicos, principalmente nos casos em que estes são de poros abertos, como é o caso das lãs minerais⁶.

2.3. PROTEÇÃO HÍDRICA

2.3.1. A grande maioria dos revestimentos para fachadas ventiladas existentes no mercado Português são impermeáveis, ou têm um coeficiente de absorção extremamente reduzido (inferior a 5%), o que protege as alvenarias do edifício da pluviosidade.

2.3.2. Aliada à impermeabilidade dos revestimentos, uma grande parte das soluções desenvolvidas pelas empresas do sector asseguram ainda, nas juntas verticais dos painéis, ou a respectiva vedação, ou a drenagem da água da chuva ao longo de perfis apropriados para esse efeito. Nos sistemas que possuem juntas verticais abertas e nas juntas horizontais, a maior parte da água proveniente das intempéries drena pela parte interior do painel, escoando para o exterior junto ao solo. Nestes casos importa que, aliada à ventilação, se assegure uma espessura adequada para a câmara-de-ar e se opte por um isolamento térmico apropriado, preferencialmente com poros fechados e reduzida capacidade de absorção de água⁷. Em qualquer dos casos, a dre-

nagem da água, a ventilação e a difusão do vapor de água na câmara-de-ar contribuem para a vedação hídrica do edifício, eliminando infiltrações e condensações.

2.4. PROTEÇÃO ACÚSTICA

2.4.1. A independência entre revestimento e edifício, aliada à introdução de amortizadores de vibrações intercalados entre o sistema de fixação da estrutura do revestimento e as alvenarias, reduzem significativamente o nível do ruído aéreo dentro do edifício, uma vez que impedem as ondas sonoras de penetrarem neste⁸.

2.5. REABILITAÇÃO

2.5.1. Os sistemas para fachadas ventiladas apresentam grandes vantagens na recuperação e reabilitação de edifícios. Permitem adequá-los às atuais exigências de conforto, resolvendo ainda os problemas das infiltrações de águas provenientes das fissurações das alvenarias. Por outro lado, como os trabalhos são executados pelo exterior, possibilitam ainda que as obras se realizem com o edifício habitado⁹.

2.6. SUSTENTABILIDADE

2.6.1. Finalmente importa recordar o que a poupança no aquecimento e refrigeração dos edifícios, associada à redução de custos com a manutenção das fachadas representam para a sustentabilidade dos mesmos¹⁰.

opção, tendo a vantagem de ser contínua e pouco porosa, embora seja combustível e não seja possível assegurar uma superfície aprumada. O poliestireno extrudido, por outro lado, é impermeável mas é imprescindível justapor corretamente as juntas das placas.

8. Vicente Moreno refere que a redução do ruído aéreo diminui em cerca de 10 a 20%, como se pode ler em MORENO, Vicente Sarrablo, *Fachada Ventilada...*, op. cit., p. 9.
9. O catálogo da *Butech*, por exemplo, disponível em <http://www.porcelanosa.com/pt/BUTECH.php>, apresenta inúmeras imagens de edifícios antes e após a reabilitação.
10. Importa salientar que a referida poupança a longo prazo implica, à partida, um custo mais elevado para a execução das fachadas do que o que comportam as soluções tradicionais. Cf. com os valores de custo por m² à frente indicados.

5. MORENO, Vicente Sarrablo, *Fachada Ventilada...*, op. cit., p. 10.

6. *Idem idem*, p. 10.

7. A opção pelo tipo de isolamento térmico a utilizar é determinante para uma boa performance das fachadas ventiladas. Se as juntas dos painéis forem abertas deve ser utilizado um isolamento impermeável. A espuma de poliuretano, por exemplo, é uma boa

3. ESTUDO COMPARATIVO

Para o presente estudo foram comparados diversos sistemas de fachadas ventiladas comercializados em Portugal, agrupados de acordo com a natureza dos materiais de revestimento. Selecionaram-se materiais de revestimento correntes, nomeadamente: pedras naturais; painéis de resinas fenólicas, painéis de fibrocimento e painéis de compósitos de partículas de madeira e cimento; peças cerâmicas porcelânicas e extrudidas; painéis de alumínio tricamada.

3.1. REVESTIMENTO COM PEDRAS NATURAIS

3.1.1. Revestimento com pedras naturais: descrição genérica

Existem três grupos de pedras naturais: as magmáticas, as metamórficas e as sedimentares. Em Portugal utilizam-se correntemente em fachadas ventiladas, pedras delgadas destes três grupos, destacando-se do primeiro os granitos, do segundo os mármore e do terceiro as pedras calcárias. Os granitos e os mármore são, em geral, pedras pouco porosas e mecanicamente resistentes. As pedras calcárias, pelo contrário, são consideravelmente porosas¹¹, mecanicamente frágeis e susceptíveis às chuvas ácidas¹².

As pedras delgadas utilizadas em fachadas ventiladas possuem, normalmente, 3 cm. de espessura, podendo ter diversos tipos de acabamento, sendo os mais correntes o polido, o amaciado, o serrado e o bojardado.

Quando se desenha a estereotomia das fachadas é conveniente ponderar cuidadosamente diversos fatores, nomeadamente a dimensão das placas, o respetivo peso e as dificuldades de transporte e colocação em obra. Importa sublinhar que a utilização de pedras excessivamente grandes levanta diversos tipos de dificuldades e encarece substancialmente o preço da respetiva aplicação.

11. Pedras muito porosas comportam maior risco de formação de fungos na sua superfície, principalmente nas fachadas orientadas a norte.

12. Cf. seminário da empresa *Real Granitos*, disponível em http://www.ctcv.pt/seminarios/seminario_CCRO_2014/pdf/04%20Pedra%20Natural%20em%20Fachadas%20Adriano%20Antas.pdf

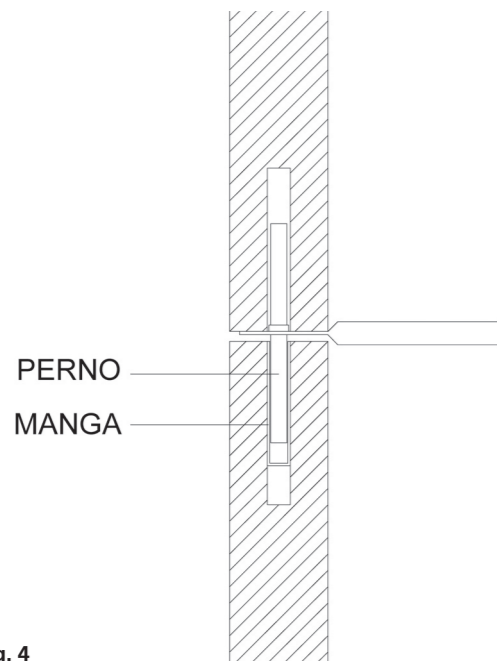


Fig. 4



Fig. 7



Fig. 5



Fig. 8



Fig. 6

Fig. 4: Pormenor de fixação dos pernos.

Fig. 5: Perno de varão nervurado da Europofix.

Fig. 6: «Pata» da Europofix.

Fig. 7: Pedras calcárias fixas com pernos de varão nervurado da Europofix.

Fig. 8: Pedra calcária fixa com «pata» da Europofix.

3.1.2. Sistemas de fixação e suporte para pedras naturais

Existem basicamente dois tipos de sistemas de suporte e fixação de pedras naturais delgadas. Um primeiro, o mais corrente, constituído por peças de fixação pontuais em aço inoxidável que são diretamente ancoradas às alvenarias, vulgarmente designados por grampos e um segundo, menos corrente, constituído por uma subestrutura metálica à qual se fixam os grampos. A subestrutura pode ser constituída por perfis de aço inoxidável ou por perfilaria de alumínio¹³.

O sistema de fixação das pedras é oculto e implica a execução de pequenos orifícios nos topos das pedras. Os grampos são dotados de pernos metálicos que se inserem nestes orifícios. O perno inferior deve ser complementado com uma manga plástica, com o objetivo de amortecer as vibrações, prevenindo eventuais quebras das pedras (Figura 4).

Os dois tipos de grampos mais correntes consistem em pernos de varão nervurado que são chumbados às alvenarias (Figura 5) ou «patas» que se fixam mecanicamente igualmente às alvenarias (Figura 6). A afinação dos primeiros é efetuada quando o varão é chumbado, enquanto os segundos são dotados de mecanismos de ajuste e alinhamento. Os grampos anteriormente referidos podem ser aplicados indiferentemente nas juntas horizontais ou verticais das pedras, nunca podendo, no entanto, coexistir na mesma pedra fixações nos dois sentidos (Figuras 7 e 8).

3.2. REVESTIMENTO COM PAINÉIS

3.2.1. Painéis de resinas fenólicas: descrição genérica

Existem basicamente dois tipos de painéis de resinas fenólicas. O primeiro é constituído por um núcleo composto por folhas de papel *Craft* impregnadas com resina fenólica, revestidos por ambas as faces com uma folha decorativa e uma película protetora impregnadas com resina melamínica (do tipo *Arpa HPL*, mais indicados para interiores¹⁴). O segundo é consti-

13. As fachadas ventiladas em pedra natural suportadas por subestrutura não são muito correntes em Portugal, embora as empresas do ramo divulguem diversos sistemas nos respectivos catálogos. Para consultar algumas soluções ver: <http://www.europofix.pt/>; <http://www.sampedras.com/>; http://www.ctcv.pt/seminarios/seminario_CCRO_2014/pdf/04%20Pedra%20Natural%20em%20Fachadas%20Adriano%20Antas.pdf

14. Cf. site da *Arpa*, disponível em <http://www.arpaindustriale.com/>



Fig. 9



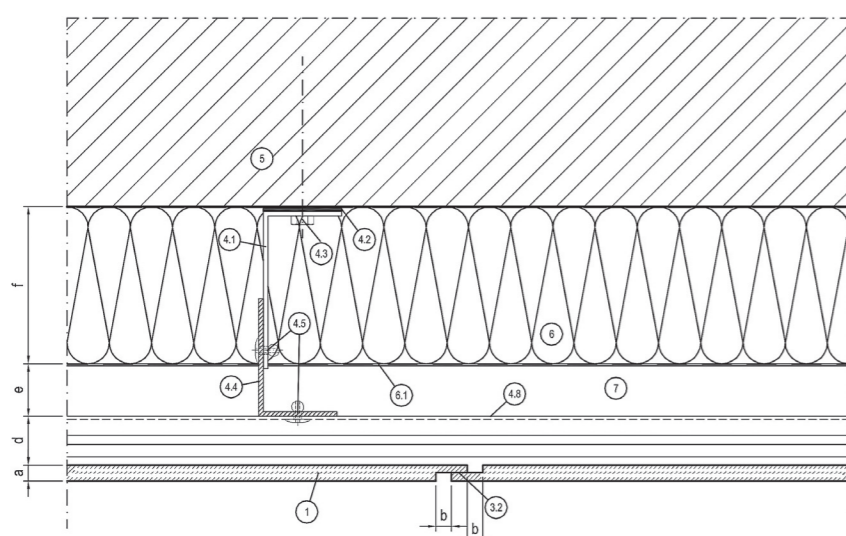
Fig. 10



Fig. 11



Fig. 12



| | |
|-----|---|
| 1 | Trespa® Miteon® panel |
| 3.1 | Horizontal joint |
| 3.2 | Vertical joint |
| 4.1 | Wall bracket |
| 4.2 | Thermal isolator |
| 4.3 | Wall anchor |
| 4.4 | Vertical profile |
| 4.5 | Aluminium rivet |
| 4.8 | TS 300 profile |
| 4.9 | TS 300 start profile |
| 5 | Wall |
| 6 | Insulation |
| 6.1 | (UV resistant) breather membrane |
| 7 | Ventilated cavity |
| 8 | Perforated angle closure |
| 9.1 | Window sill |
| 9.2 | Window reveal |
| 9.3 | Window head |
| 9.4 | d.p.c. |
| a | Panel thickness (8, 10 or 13 mm) |
| b | Joint width 10 mm. Based on applicable building standards, regulations or certificates, wider joints may be permissible |
| d | Horizontal rail layer |
| e | Ventilation 5 - 20 mm Recommended max. cavity depth (between rainscreen cladding and insulation): 50 mm |
| f | Insulation (thickness) |
| g | Distance min. 5 mm |

Fig. 13

Fig. 9: Painéis de resinas fenólicas.

Fig. 10: Imagem da gama de Wood Decors da Trespa® Miteon®.

Fig. 11: Fachada revestida com painéis da Trespa® Miteon®.

Fig. 12: Fachada e portadas em painéis da Trespa® Miteon®.

Fig. 13: Pormenor horizontal da série TS 300 da Trespa® Miteon®.

tuído por um composto de fibras à base de madeira (até 70%) e de resinas fenólicas, com as superfícies impregnadas com pigmentos segundo tecnologia patenteada (do tipo *Trespa Miteon*, adequados para exteriores) (Figura 9).

Tratam-se de painéis de grandes dimensões (entre 2550x1860mm e 4270x2130mm), com espessuras que variam entre os 6 e os 13mm, disponíveis numa grande diversidade de cores sólidas, tonalidades de aspeto metálico e aparência de pedra natural e madeira (Figura 10) (dispondo ainda de superfícies lisas e texturadas), permitindo o seu redimensionamento (Figura 11) e grande versatilidade na resolução do revestimento de fachadas (Figura 12).

É ainda possível trabalhar, por fresagem ou torneamento, os topos dos painéis de modo a realizar diversos tipos de encaixes, essenciais em parte das soluções construtivas disponíveis (Figura 13). As juntas devem ser abertas, com 10 mm de largura, assegurando a livre dilatação dos painéis.

A fixação dos painéis pode ser visível (por rebites ou parafusos), semivisível (por fixação por parafuso em peças metálicas inseridas nas juntas) e invisível (através de peças de encaixe posicionadas no extradorso do painel). Em edifício com menos de 28 metros de altura os painéis podem ainda ser colados à subestrutura.

3.2.2. Painéis de fibrocimento: descrição genérica

O fibrocimento é um composto constituído por cimento, celulose e minerais reforçados com fibras, sendo conhecido correntemente pela designação de *naturocimento*. As placas podem apresentar a mesma coloração em massa ou serem coloridas apenas na superfície, tendo as primeiras a vantagem de apresentarem a mesma cor na espessura do painel (Figura 14). Em ambos os casos a gama de cores é relativamente limitada e matizada, encontrando-se disponíveis diversos acabamentos, nomeadamente o do produto no seu estado natural, pigmentado em massa e acabado com filme colorido liso ou rugoso. A *Equitone* disponibiliza ainda uma gama de painéis (*Linea*) moldados em 3D com textura linear¹⁵.

Os painéis de fibrocimento são de grande dimensão. A *Equitone*, por exemplo, dispõe de painéis com 2500x1220mm e 3050x1220mm (retificados), com espessuras de 8 e 12 mm.

Importa salientar que se trata de painéis que admitem grande versatilidade na sua utilização. As placas podem ser redimensionadas e perfuradas,

15. Cf. site da *Equitone*, disponível em www.equitone.com

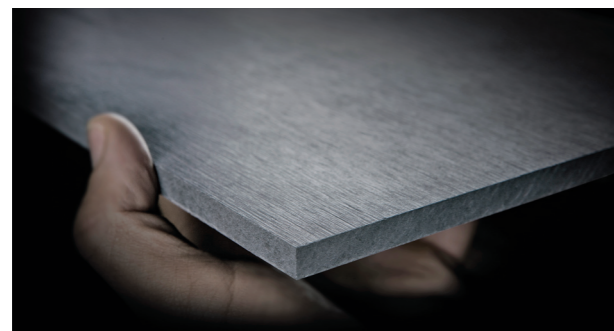


Fig. 14



Fig. 15

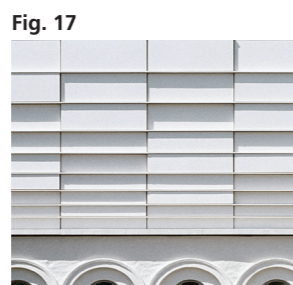


Fig. 17

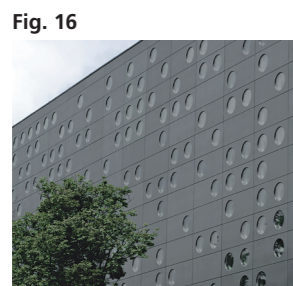


Fig. 16

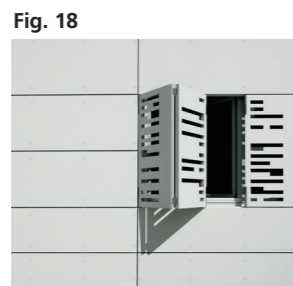


Fig. 18



Fig. 19

Fig. 14: Paineis *Equitone Tectiva*.
 Fig. 15: *Gallery of Technology Building*, Bélgica. Revestimento com painéis *Equitone*.
 Fig. 16: Edifício em Wrocław, Polónia. Revestimento com painéis da *Equitone*.
 Fig. 17: *Kothen Concert Hall*, Berlim, Alemanha. Revestimento com painéis *Equitone*.
 Fig. 18: Edifício em Berlim, Alemanha. Revestimento com painéis da *Equitone*.
 Fig. 19: Fixação visível de painéis da *Equitone*.

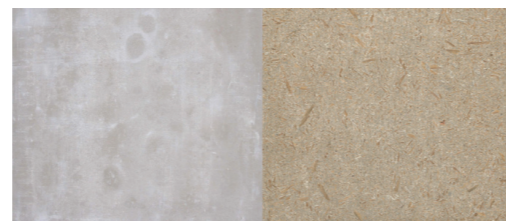


Fig. 20



Fig. 21



Fig. 22



Fig. 23

Fig. 20: Paineis *Viroc* (à esquerda em estado bruto e à direita após lixagem).
 Fig. 21: Cores e acabamentos dos painéis *Viroc*.
 Fig. 22: Centro de Alto Rendimento de Surf de Peniche. Revestimento com painéis da *Viroc*.
 Fig. 23: Cafeteria Parque dos Anjos, Algés, Portugal. Revestimento em painéis da *Viroc*.

possibilitando a sua utilização em múltiplas situações (Figuras 15 a 18) graças à rigidez do material, pese embora seja necessário aplicar um selante nos topos dos painéis cortados em obra (para evitar a ulterior degradação dos mesmos). Os painéis podem ainda ser curvados, desde que as curvas sejam suaves e os raios largos.

O sistema de fixação é preferencialmente visível, podendo ser utilizados rebites ou parafusos, normalmente lacados à cor dos painéis (Figura 19). Existe ainda a possibilidade de colar os painéis à subestrutura ou a utilização de um sistema oculto que, no entanto, encarece significativamente o uso deste material nas fachadas. As juntas entre placas devem ser abertas, com 10 mm de largura. As juntas verticais são normalmente acompanhadas por um perfil, enquanto as horizontais podem ficar abertas ou ser deflectoras inserindo-se, neste último caso, um perfil de junta em alumínio¹⁶.

3.2.3. Paineis compósitos de partículas de madeira e cimento: descrição genérica

Os painéis compósitos de partículas de madeira e cimento possuem, na sua composição, uma percentagem elevada de Cimento Portland (superior a 60%), partículas de madeira (aproximadamente 20%), água e outros compósitos.

A aparência dos painéis não é homogénea. As placas apresentam manchas, sendo esta uma característica natural inerente ao produto. Os painéis podem ser utilizados no seu estado bruto ou podem ser calibrados/lixados, apresentando neste caso as partículas de madeira visíveis na face do painel (Figura 20).

São, como os anteriormente descritos, de grande dimensão. A *Viroc*, por exemplo, comercializa placas com 2600x1250mm e com 3000x1250mm. Embora existam painéis com espessuras superiores, nas fachadas ventiladas utilizam-se maioritariamente placas com 12 ou 16mm.

A gama de cores é bastante limitada (Figura 21) e as placas necessitam de ser envernizadas (incluindo no extradorso e nos topos) com produtos adequados. Podem igualmente ser pintadas, se se pretender utilizar uma cor sólida como acabamento dos painéis, ou ser revestidas com diversos materiais de acabamento.

Trata-se de um material versátil, que pode ser utilizado em fachadas (Figura 22), ou como material de revestimento em bancadas, mobiliário, divi-

16. Cf. catálogo *Equitone: Fibre cement facade materials, Guía de Planificación & Aplicación*, Edición 06/2013, p. 44, disponível em www.equitone.com

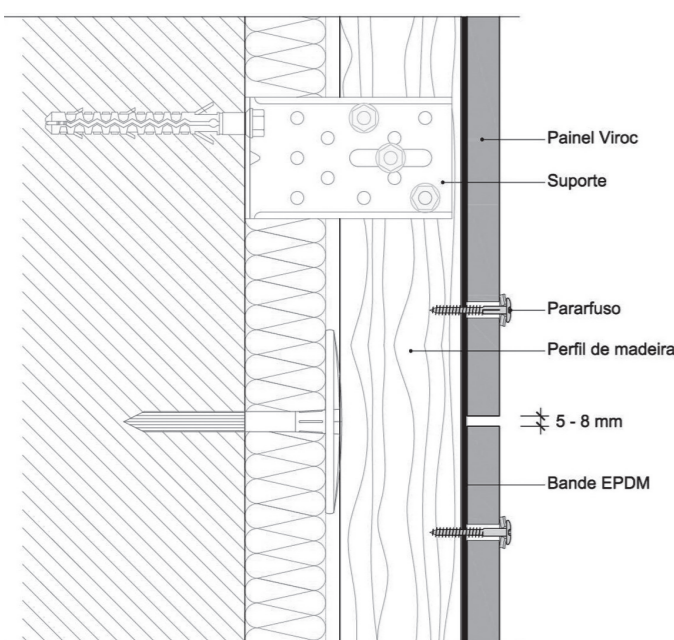
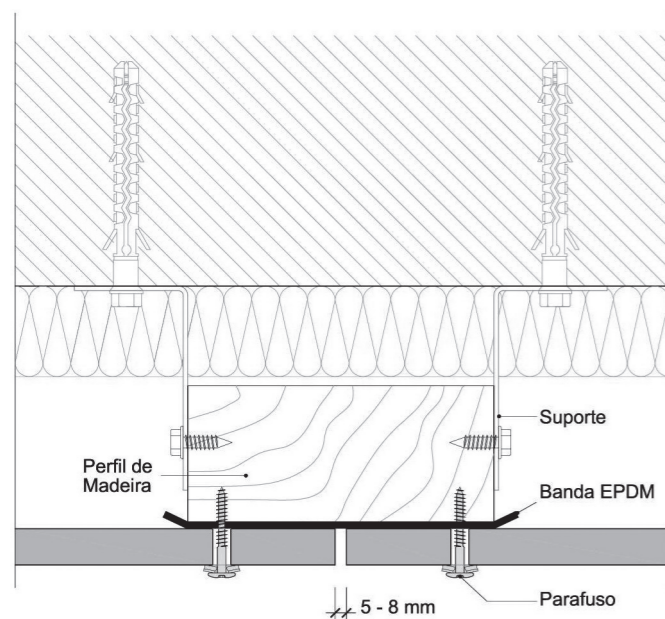


Fig. 24

Fig. 24: Pormenor horizontal e vertical da fixação através de parafusos de painéis da Viroc a estrutura em madeira.

Fig. 25: Pormenor horizontal e vertical da série TS 700 da Trespa® Meteoron®.

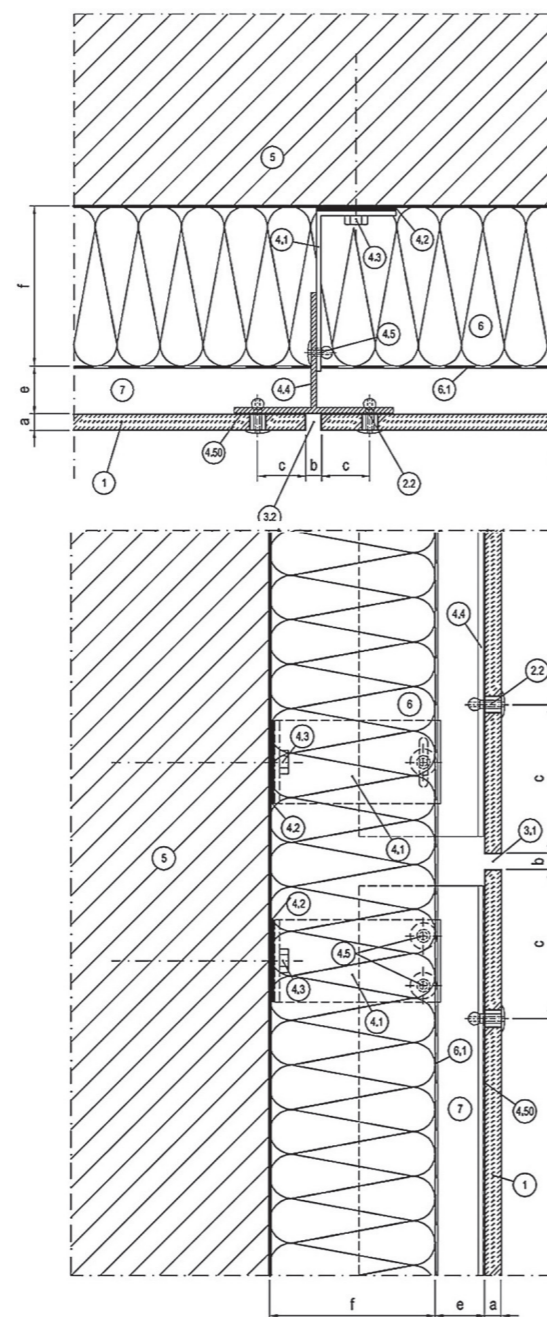


Fig. 25

| | | | |
|------|----------------------------------|-----|--|
| 1 | Trespa® Meteoron® panel | 9.2 | Window reveal |
| 2.2 | Aluminium panel rivet | 9.3 | Window head |
| 3.1 | Horizontal joint | 9.4 | d.p.c. |
| 3.2 | Vertical joint | | |
| 4.1 | Wall bracket | a | Panel thickness (6, 8 or 10 mm) |
| 4.2 | Thermal isolator | b | Joint width 10 mm |
| 4.3 | Wall anchor | | Based on applicable building standards, regulations or certificates, wider joints may be permissible |
| 4.4 | Vertical profile | c | Edge distance min. 20 mm max. 10x panel thickness |
| 4.5 | Aluminium rivet | e | Ventilation min. 20 mm Recommended max. cavity depth (between rainscreen cladding and insulation): 50 mm |
| 4.50 | EPDM gasket | f | Insulation (thickness) |
| 5 | Wall | g | Distance min. 5 mm |
| 6 | Insulation | | |
| 6.1 | (UV resistant) breather membrane | | |
| 7 | Ventilated cavity | | |
| 8 | Perforated angle closure | | |
| 9.1 | Window sill | | |

sórias, etc. Os painéis podem ainda ser trabalhados mecanicamente como a madeira¹⁷.

Nas fachadas utilizam-se juntas abertas entre os painéis, com 5 a 8 mm de espessura (Figura 23 – página 18). A fixação é predominantemente visível, através de parafusos ou rebites. Existe igualmente a possibilidade de serem colados à subestrutura (embora o sistema seja misto, pois existe sempre a necessidade de serem aparafusados na parte central da placa) ou ainda apoiados em suportes à vista.

3.2.4. Sistemas de fixação e suporte para painéis

Os sistemas para fixação e suporte dos painéis anteriormente descritos não diferem muito entre si, em grande parte devido ao facto de as empresas que produzem os painéis recorrerem a subestruturas constituídas por perfilarias fabricadas por empresas especializadas. Estas podem ser em madeira tratada em autoclave, aço galvanizado ou alumínio.

Na maior parte dos casos em que a fixação dos painéis é visível, a subestrutura é constituída por peças pontuais ancoradas às alvenarias e perfilaria aplicada no sentido vertical, fixa às referidas peças pontuais. Estas, constituídas maioritariamente por perfis metálicos em forma de «L», asseguram a ancoragem do sistema da fachada às alvenarias, bem como o afastamento entre revestimento e paramento interior, garantindo o espaço necessário para o colocação do isolamento térmico e a espessura da câmara-de-ar. As segundas, constituídas por estruturas rectangulares de madeira (Figura 24) ou perfis metálicos em forma de «T» (Figura 25), «U» ou «Ω» (Figura 26), asseguram o alinhamento do revestimento e constituem o suporte para a fixação dos painéis.

Se o sistema de fixação escolhido for por colagem a subestrutura é, na maior parte dos casos, idêntica à anteriormente descrita. A colagem faz-se com uma fita adesiva de dupla face e um adesivo mástique, ambos aplicados sobre as superfícies previamente tratadas com primários de aderências específicos adequados aos materiais dos perfis. O adesivo de dupla face tem por função assegurar uma espessura mínima de três milímetros entre estrutura e painéis (trata-se da espessura mínima indispensável para a resistência do mástique) e, simultaneamente, suportar o peso dos painéis enquanto o mástique forma presa. No momento em que este seca, a fita de dupla face deixa de fazer efeito (Figura 27).

17. Cf. site da Viroc, disponível em www.viroc.pt



Fig. 30



Fig. 31



Fig. 32

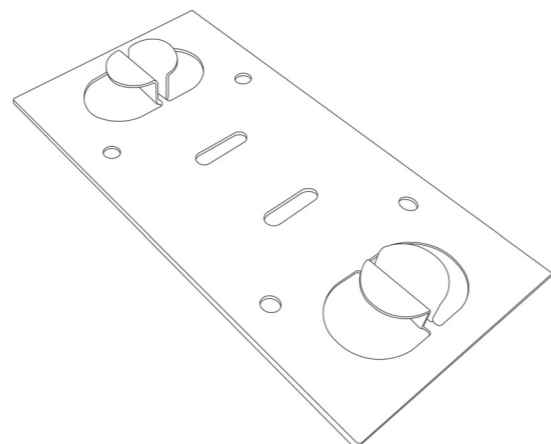
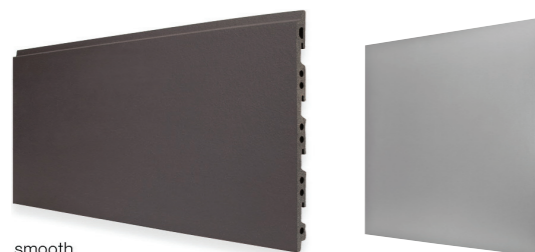


Fig. 33



smooth
Fig. 34

Fig. 35

Fig. 30: Edifício da *Mediterranean Shipping Company*, Leça da Palmeira. Revestimento com cerâmicas da *Porcelanosa*.
 Fig. 31: Edifício na Avenida Gil Vicente, V. N. Gaia. Revestimento com cerâmicas da *Porcelanosa*.
 Fig. 32: Sede da *Porcelanosa*, Porto. Revestimento com cerâmicas da *Porcelanosa*.
 Fig. 33: Peça do sistema de fixação visível para fachadas ventiladas da *Butech*, empresa do grupo *Porcelanosa*.
 Fig. 34: Cerâmica *Smooth KeraTwin® K20* da *Agrob Buchtal*.
 Fig. 35: Cerâmica *KerAion®* da *Agrob Buchtal*.

3.3. REVESTIMENTOS COM PEÇAS CERÂMICAS

3.3.1. Cerâmicas em grés porcelânico: descrição genérica

As cerâmicas para fachadas ventiladas em grés porcelânico¹⁸ são peças prensadas, esmaltadas e vitrificadas, com uma enorme diversidade de acabamentos, cores e texturas. Existem em dimensões diversificadas, sendo algumas de grande porte (Figura 30). As maiores peças da *Butech* (empresa do grupo *Porcelanosa*), por exemplo, têm 596 x 1200 x 11,5 mm.

Para aplicar peças cerâmicas é imprescindível estudar cuidadosamente as fachadas, evitando-se desperdícios e cortes (Figura 31). A modulação da fachada deve ser estudada em função das dimensões das peças existentes, embora estas possam ser cortadas em fábrica ou em obra. Algumas empresas dispõem de equipas técnicas que estudam os projetos de arquitetura, procurando otimizar a sua colocação.

As juntas assumem-se abertas, com 5 ou 8 mm de espessura, podendo as fixações serem ocultas ou visíveis. (Figuras 32 e 33)

3.3.2. Cerâmicas extrudidas: descrição genérica

Existem basicamente dois tipos de peças de cerâmica extrudida. As primeiras, mais correntemente utilizadas, caracterizam-se pelo facto de serem vazadas, possuindo reentrâncias no extradorso e espessuras que rondam os 20 mm (Figura 34), enquanto as segundas são de formato tradicional, planas e com 8 mm de espessura (Figura 35).

Ambas estão disponíveis em diversos formatos e medidas, podendo as primeiras ser de maior dimensão, graças ao tipo de perfil que possuem. A *Agrob Buchtal*, por exemplo, possui placas deste tipo (*KeraTwin*) que chegam a atingir 500 x 1800 mm, por comparação com as do segundo tipo (*KerAion*) que não ultrapassam os 1200 x 1200 mm. É ainda importante referir que algumas marcas, como a acima referida, dispõem de peças especiais para esquinas, em formato recto ou curvo (Figura 36).

Tal como as peças em grés porcelânico, também as de cerâmica extrudida estão disponíveis numa grande diversidade de acabamentos, cores e texturas. A sua utilização em fachadas ventiladas implica igualmente um estudo cuidadoso da modulação da fachada, pelas mesmas razões anteriormente enunciadas (Figura 37).

18. Conhecidas correntemente pela designação de cerâmicas «prensadas».

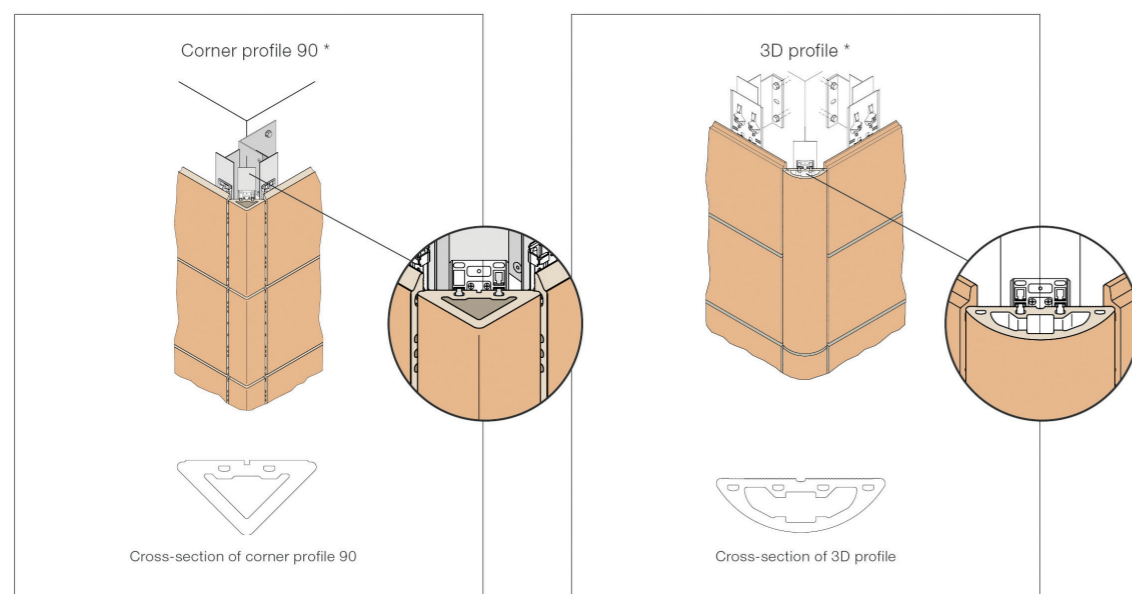
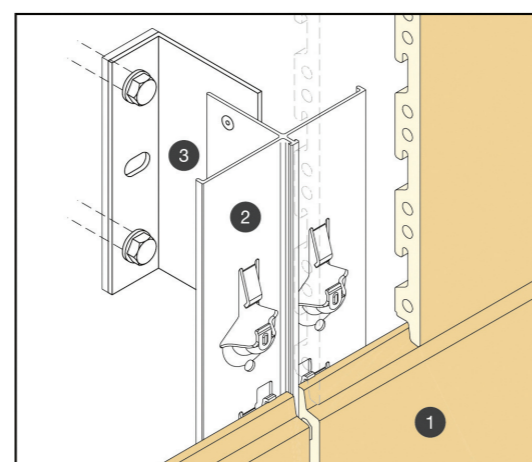


Fig. 36



Fig. 37



- 1 Facade panel KeraTwin® K20
- 2 Vertical T-profile K20, article 698
- 3 Wall bracket (basic substructure)

Fig. 38

Fig. 36: Perfis de canto da Agrob Buchtal.

Fig. 37: Escola Primária, Garching, Alemanha. Revestimento com cerâmicas da Agrob Buchtal.

Fig. 38: Sistema KeraTwin® K20 da Agrob Buchtal com perfil de junta vertical em alumínio.

As juntas assumem-se igualmente abertas, mas os sistemas são distintos para os dois tipos de peças. Nas primeiras (*KeraTwin*) pode-se intercalar um perfil de alumínio entre as juntas verticais das placas, enquanto nas juntas horizontais as peças encaixam entre si, sobrepondo-se a superior à inferior de modo a impedir a entrada da água (Figura 38). Nas segundas (*KerAion*) a junta deve ter 8 mm de espessura, existindo normalmente um perfil de alumínio que acompanha as peças ao longo das juntas verticais.

O sistema de fixação das peças cerâmicas extrudidas do primeiro tipo é oculto. No que se refere às do segundo tipo, este pode ser oculto ou visível, como abaixo descrito.

3.3.3. Sistemas de fixação e suporte para peças cerâmicas

Os sistemas de fixação para as peças cerâmicas anteriormente descritas são constituídos por perfis metálicos aparafusadas a uma subestrutura. Esta é bastante similar às que são utilizadas para os painéis descritos no ponto 3.2.4 deste estudo, utilizando-se normalmente perfis em forma de «L» para a ancoragem às alvenarias e perfis em forma de «T» para suportar as peças de fixação.

Estas podem ser ocultas ou visíveis. Nas peças de grés porcelânico podem-se utilizar peças metálicas que encaixam em ranhuras abertas nos topos da tijoleira (Figura 39), ou peças visíveis em forma de semicírculo (Figura 40) ou de «L» que suportam as cerâmicas¹⁹. Este último sistema com peças visíveis em forma de «L» é igualmente utilizado para suportar as cerâmicas extrudidas de pouca espessura (Figura 41).

No que se refere às peças cerâmicas extrudidas de maior espessura, o sistema de fixação é predominantemente oculto, graças ao facto das peças serem vazadas e dotadas das referidas reentrâncias no extradorso. Existem assim diversas possibilidades de fixação, nomeadamente por encaixe no tardo das peças (ver Figura 38). e por clipagem ou encaixe nas zonas vazadas das mesmas (Figura 42). Importa ainda referir que o sistema de suporte e fixação das peças vazadas assegura a completa estanquicidade da câmara-de-ar, impedindo qualquer entrada de água da chuva.

19. A Agrob Buchtal dispõe ainda de um sistema chamado *KeAion Quadro*, em que as peças cerâmicas contêm no extradorso peças pontuais igualmente cerâmicas que asseguram a fixação à subestrutura. Cf. p. 62 do catálogo da empresa, disponível em http://www.agrob-buchtal.de/en/service/haendler/infomaterial_downloaden.html?pe_id=65

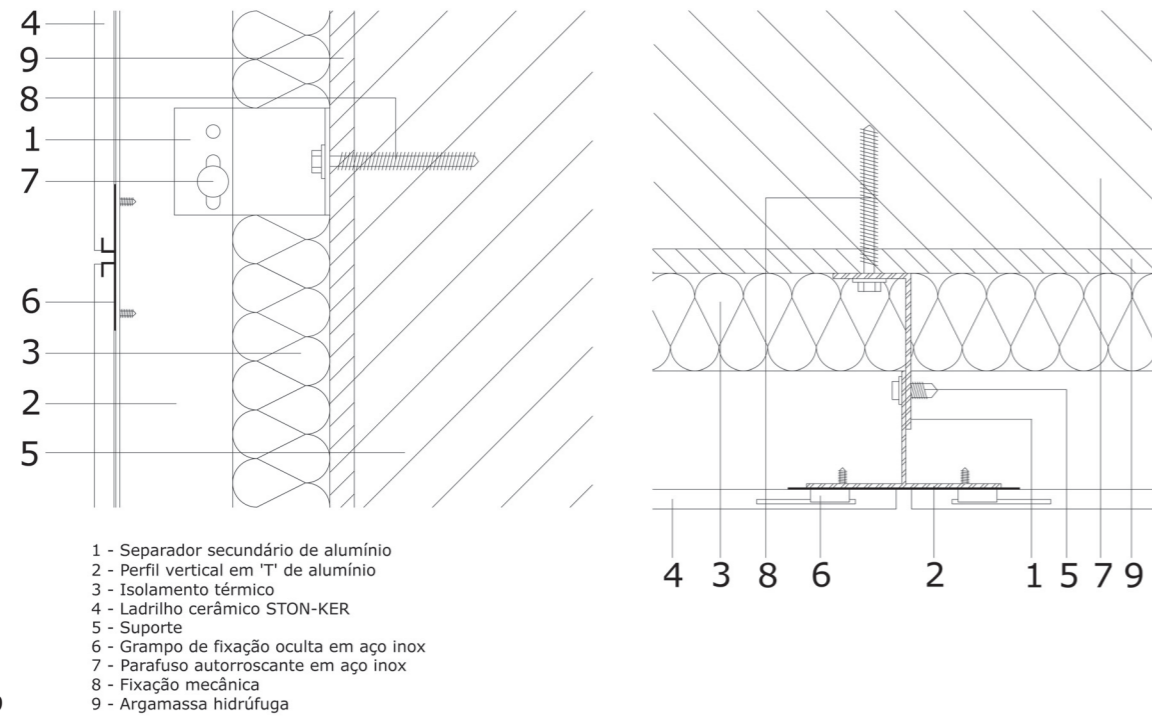


Fig. 39

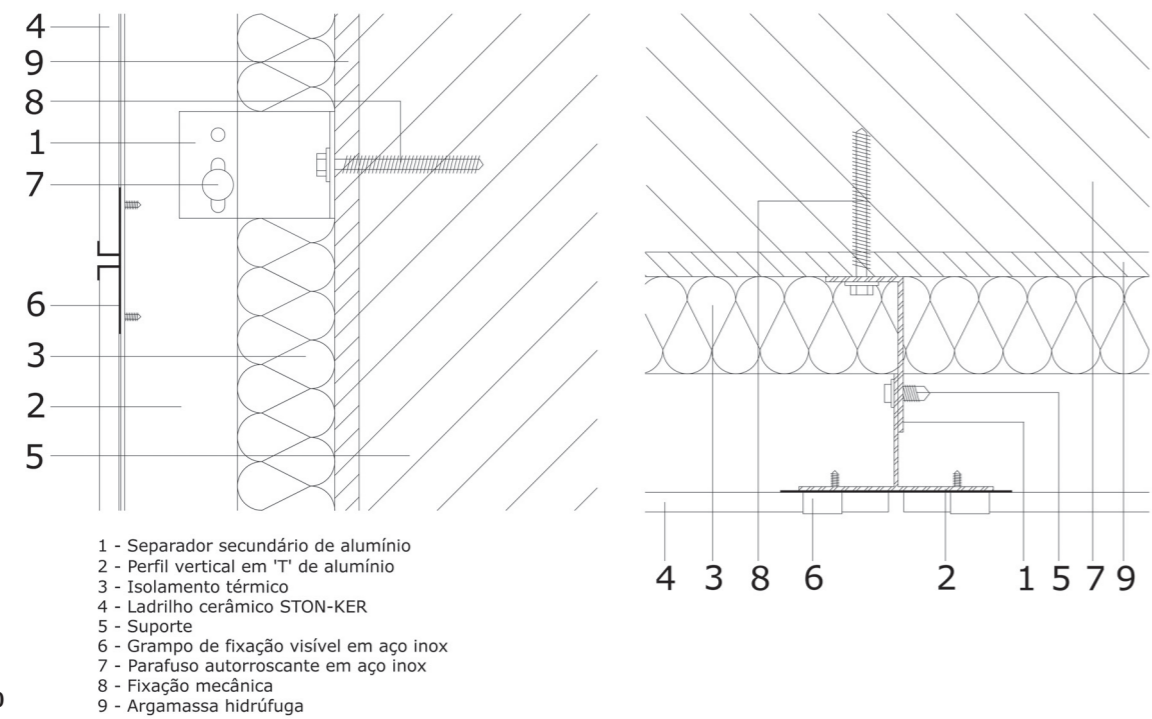
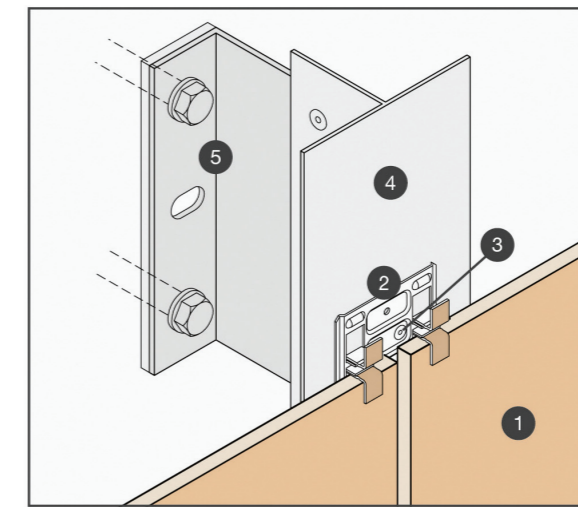


Fig. 40

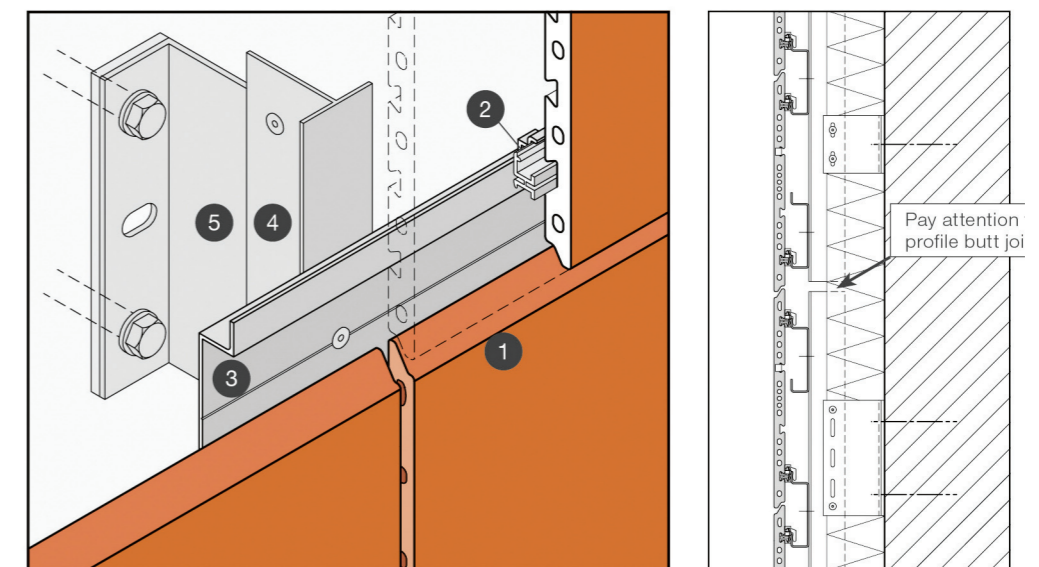
Fig. 39: Pormenor horizontal e vertical do sistema de fixação oculta da *Butech*.
 Fig. 40: Pormenor horizontal e vertical do sistema de fixação visível da *Butech*.



KerAion® with clamp fastening K8

- 1 Facade panel KerAion® K8
- 2 Twin-clamp K8, article 545
- 3 Stainless steel blind rivet, article 675
- 4 Vertical bearing profile (basic substructure)
- 5 Wall bracket (basic substructure)

Fig. 41



- 1 Facade panel KeraTwin® K18
- 2 Complete adapter, article 596
- 3 Horizontal supporting rail, article 597
- 4 Vertical bearing profile (basic substructure)
- 5 Wall bracket (basic substructure)

Fig. 42

3.4. REVESTIMENTO COM PAINÉIS DE ALUMÍNIO TRICAMADA

3.4.1. Painéis de alumínio tricomada: descrição genérica

Os painéis em alumínio tricomada são basicamente constituídos por um núcleo em polietileno com 3 mm de espessura revestido, por ambas as faces, com chapas de alumínio com 0,5 mm de espessura (Figura 43).

As possibilidades de acabamento do alumínio são diversificadas, existindo uma extensa gama de cores sólidas, de anodizados e, mais recentemente, de todo o tipo de decorações, incluindo imitações de madeira, sempre realizadas por lacagem (Figura 44).

As possibilidades de utilização dos painéis são inúmeras. As chapas podem ter até 1900 mm x 6600 mm, sendo as maiores placas de revestimento de fachadas ventiladas existente no mercado Português. Graças à maleabilidade do processo de fabrico, é possível revestir superfícies curvas e dobrar as chapas nas esquinas e no entorno dos vãos, assegurando a continuidade do revestimento (Figura 45).

O sistema de fixação mais utilizado é oculto, embora as chapas possam ser aparafusadas ou rebitadas. As juntas assumem-se abertas, com largura variável em função do sistema de fixação escolhido.

3.4.2. Sistemas de fixação e suporte para painéis de alumínio tricomada

O processo mais corrente de aplicação dos painéis de alumínio tricomada é através de uma quinagem dos extremos das chapas, de modo a formarem uma cassete (Figura 46). Esta é suspensa em parafusos de aço inoxidável que são aplicados horizontalmente num perfil de alumínio em forma de «U». Este, por sua vez, é aparafusado a um outro perfil fixo a peças pontuais em aço galvanizado igualmente em forma de «U», através das quais se faz a ancoragem às alvenarias (Figura 47). Trata-se de um sistema bastante versátil, que assegura a completa estanquicidade da câmara-de-ar.

Se não se pretender quinar as chapas, estas podem ser fixas por colagem, por parafusos ou por rebites a subestruturas em forma de «T» ou «Ω», perdendo-se embora a estanquicidade existente no sistema anteriormente descrito²⁰.

20. Cf. site da Alucobond, disponível em http://www.alucobond.com/download_alucobond1.html ou da Inor, disponível em <http://inor.pt/concreta/>

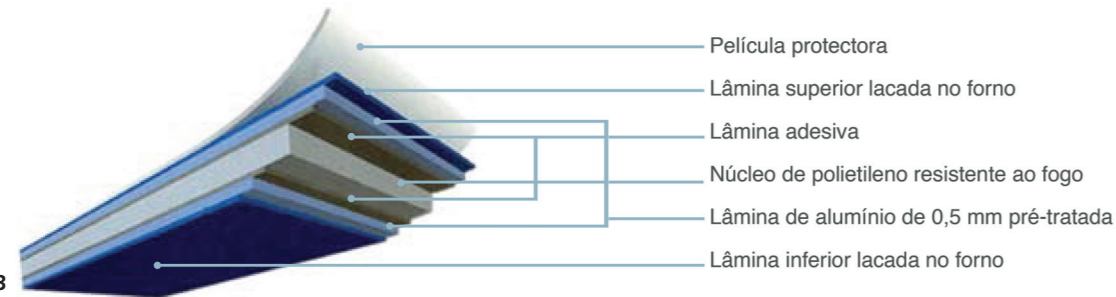


Fig. 43



Fig. 43: Composição dos painéis em alumínio tricomada Reynobond.
Fig. 44: Acabamentos em tonalidade metálica da Reynobond/Reynolux.
Fig. 45: Edifício Imoliving (FM&F Imobiliária), Barcelos. Revestimento com painéis Reynobond.

Fig. 44



Fig. 45

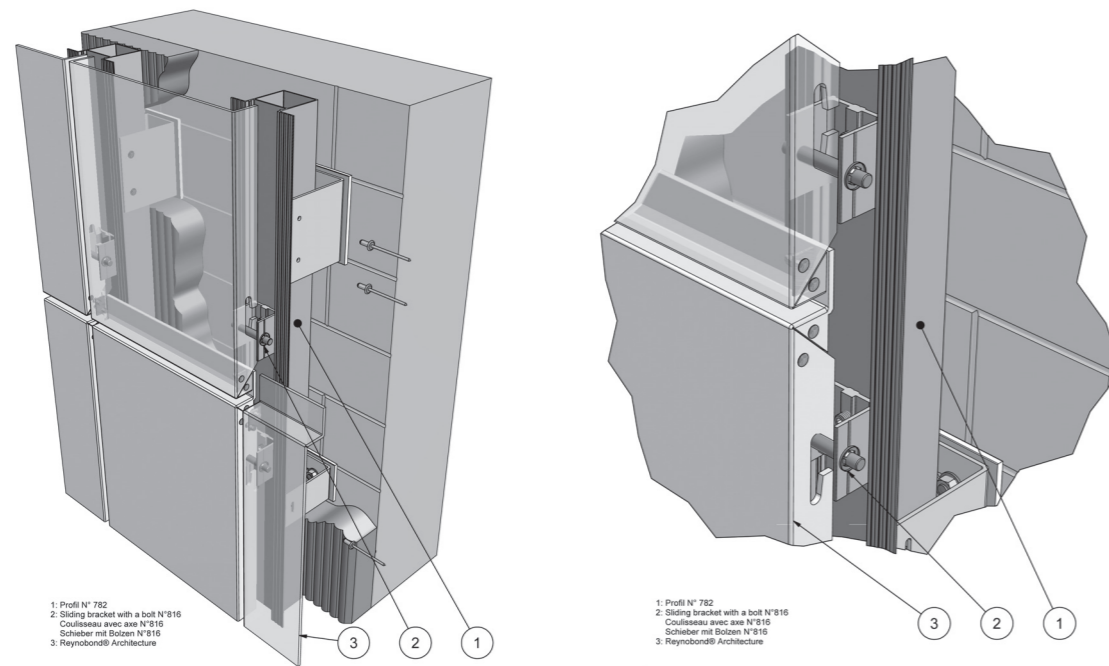


Fig. 46: Cassetes em painéis da Reynobond.

3.5. COTAÇÃO DOS SISTEMAS DE FACHADAS VENTILADAS DESCRITOS

Apresentam-se seguidamente valores do preço por m² dos sistemas de fachadas ventiladas anteriormente descritos, alertando-se que as cotações são meramente indicativas, uma vez que existem fatores determinantes para a aferição final dos custos, nomeadamente ao nível do tipo e qualidade do revestimento e das quantidades envolvidas em cada obra. Os valores apurados referem-se ao sistema completo, aplicado, incluindo revestimentos e subestrutura, com a exclusão dos isolamentos térmicos.

| SISTEMAS DE FACHADAS VENTILADAS | PREÇO POR M ² |
|---|--------------------------|
| Pedras Naturais | 80,00 a 120,00€ |
| Painéis de Resinas Fenólicas | 85,00 a 110,00€ |
| Painéis de Fibrocimento | |
| – Natural | 65,00 a 70,00€ |
| – Pigmentados em massa ou coloridos com filme | 85,00 a 90,00€ |
| Painéis Compósitos de Partículas de Madeira e Cimento | |
| – Sistema com Parafusos ou rebites | 40,00 a 50,00€ |
| – Sistema com Pernos Visíveis | 70,00€ |
| – Sistema Misto | 50,00 a 55,00€ |
| Cerâmicas em Grés Porcelânico | 90,00 a 120,00€ |
| Cerâmicas Extrudidas | 90,00 a 120,00€ |
| Painéis de Alumínio Tricamada | 95,00 a 100,00€ |

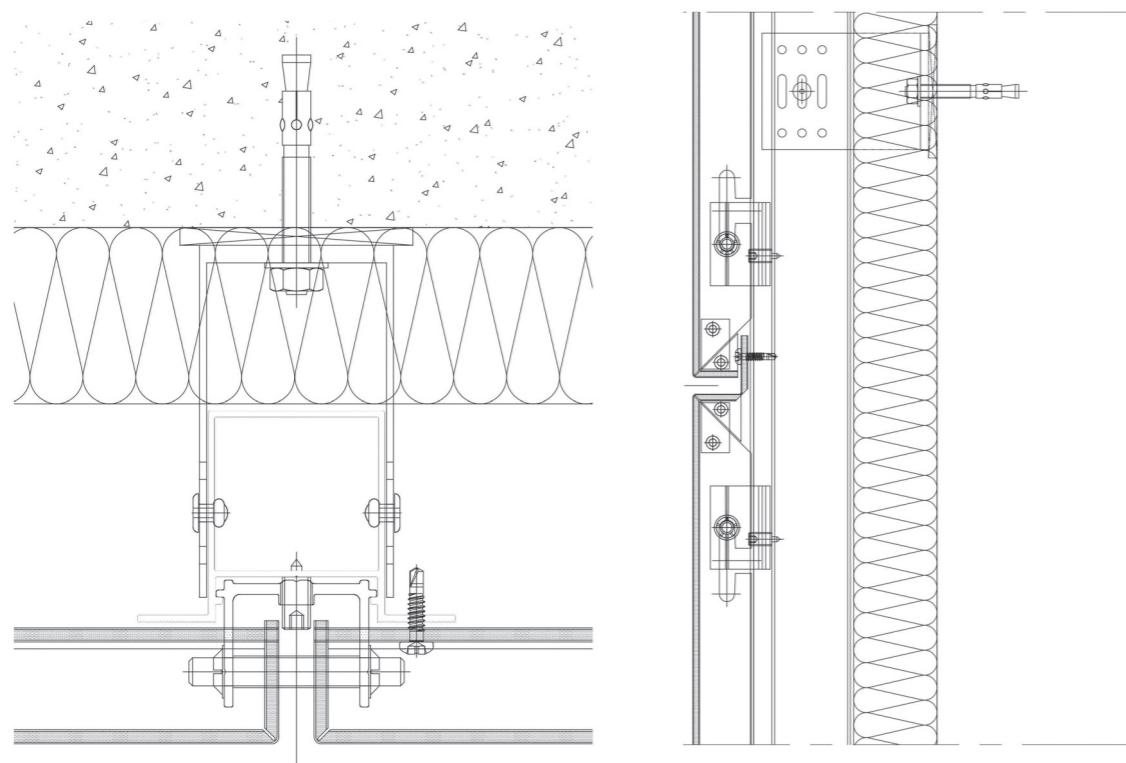


Fig. 47: Pormenor horizontal e vertical do sistema de cassetes da Reynobond.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ordem pela qual no presente estudo foram apresentados os diversos sistemas para fachadas ventiladas não é inocente. De alguma forma, reflete o acréscimo de sofisticação das soluções existentes.

Os primeiros sistemas analisados, os de fixação de pedras naturais, são ainda relativamente pouco sofisticados. Dependem de fixações pontuais diretamente ancoradas às alvenarias, que só podem ser executadas à custa da abertura de orifícios nos isolamentos térmicos. Embora os aplicadores colmatem normalmente os referidos orifícios com espuma de poliuretano, a integridade e continuidade dos isolamentos fica irremediavelmente comprometida. Este problema estende-se ainda à impermeabilização das fachadas, normalmente realizada com argamassas hidrófugas cuja integridade nem sempre pode ser assegurada.

Os sistemas de fixação das peças cerâmicas extrudidas e dos painéis de alumínio tricamada analisados, por outro lado, demonstram já uma notória evolução tecnológica. São sistemas sofisticados, versáteis e fiáveis, que não comprometem a integridade dos isolamentos térmicos e dispensam a impermeabilização das fachadas. Os sistemas de fixação das peças cerâmicas extrudidas permitem mesmo a substituição de peças pontuais, em caso de quebra ou fissuração, sem a necessidade de remoção das que lhe são contíguas.

Os restantes sistemas, por outro lado, demonstram uma certa tendência para a standardização dos perfis de suporte e fixação dos revestimentos. Para tal contribui, claramente, o facto de serem utilizados maioritariamente perfilarias fabricadas por empresas distintas das dos fabricantes destes últimos.

Esta standardização é bem vinda. Permite antever o momento em que contribuirá para a redução do preço de aplicação dos referidos revestimentos, redução esta que se nos afigura imprescindível para que os sistemas de fachadas ventiladas comecem a ser utilizados de forma mais sistemática em Portugal. A indústria, aparentemente, já compreendeu esta necessidade, atendendo à similaridade de grande parte das soluções construtivas apresentadas no pre-

sente estudo, faltando agora conseguir dar os passos necessários para a referida redução de custos²¹.

Se este passo for dado, estamos convictos de que as fachadas ventiladas rapidamente passarão a ser maioritariamente adoptadas na construção e reabilitação de edifícios, atendendo a todas as vantagens construtivas referidas no presente estudo e às inegáveis potencialidades arquitetónicas.

21. Seria ainda desejável, no nosso estrito ponto de vista, que as empresas procurassem desenvolver sistemas de fixação ocultos fiáveis para os painéis apresentados neste estudo. Os sistemas que dependem de fixações dos revestimentos por parafusos e rebites apresentam diversas desvantagens, nomeadamente do ponto de vista da dificuldade de aplicação. Ao longo do presente estudo deparamo-nos com diversos casos em que os parafusos não foram aplicados devidamente alinhados e equidistantes, o que não contribuiu para a qualidade do resultado final.

BIBLIOGRAFIA

DISSERTAÇÕES E OUTROS TRABALHOS ACADÉMICOS

- ALBUQUERQUE, Pedro Filipe Quental de (2013), «Painéis Fenólicos para aplicação em fachadas exteriores», Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, disponível em <http://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/3084/1/Dissertação.pdf>
- MENDES, Francisco Melo Vaz Pinto Mendes (2009), «Durabilidade das Fachadas Ventiladas: Aplicação da Norma ISO 15686-1», Relatório de Projecto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil – Especialização em Construções, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, disponível em http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/cdn/especializacoes/09_000141996.pdf

FONTES DOCUMENTAIS

- Catálogo *AGROB BUCHTAL* (2015), «Programe of Delivery Facade Systems», disponível em http://www.agrob-buchtal.de/en/service/haendler/infomaterial_downloaden.html?pe_id=65
- Catálogo *BUTECH: Porcelanosa Grupo* (s/d), «Technical Book – Sistemas de Fachada Ventilada», disponível em <http://www.porcelanosa.com/pt/BUTECH.php>
- Catálogo *EQUITONE* (Janeiro 2013), «Fibre cement facade materials: Preçário»;
- Catálogo *EQUITONE* (Edición 06/2013), «Fibre cement facade materials: Guía de Planificación & Aplicación», p. 44, disponível em www.equitone.com
- Catálogo *EUROPOFIX* (s/d), «Sistemas de Fixação em Inox», disponível em www.europofix.pt
- Catálogo *INOR* (s/d), «Soluções Metálicas», disponível em www.inor.pt
- Catálogo *REYNOBOND* (s/d), «Standard and Classic», disponível em <http://www.inor.pt/concreta/>
- Catálogo *TRESPA* (Janeiro 2015), «Trespa® Meteon® Exterior», versão 4.0, código do catálogo PT2405.
- Catálogo *ULMA* (2016), «Fachadas Ventiladas: Architectural Solutions», disponível em <http://www.ulmaarchitectural.com/br/fachadas-ventiladas/downloads/catalogo-fachadas-ventiladas-brasil.pdf>

Catálogo *VIROC* by *INVESTWOOD* (s/d), «Cement Wood Board», *Dossier Técnico*, disponível em <http://www.viroc.pt/>
CONSTRULINK.COM (Outubro 2006), «Fachada Ventilada: Dossier técnico-económico», n.º 2, disponível em <https://engenhariacivil.files.wordpress.com/2008/01/dossiereconomico.pdf>
INOR PCA REYNOBOND, «Pormenores», disponíveis em <http://inor.pt/concreta/>
REAL GRANITO, Seminário «Pedra Natural em Fachadas», disponível em http://www.ctcv.pt/seminarios/seminario_CCRO_2014/pdf/04%20Pedra%20Natural%20em%20Fachadas%20Adriano%20Antas.pdf

LIVROS

MORENO, Vicente Sarrablo (2008), *Fachada Ventilada: Murais, Filtros, Envolventes Contínuas*, ed. Caleidoscópio, Casal de Cambra.

REVISTAS

AAVV (2015), «Building with Fibre Cement», *Architecture + Detail*, n.º 45, ed. Karl Krämer Verlag, Stuttgart + Zürich.

SITES DE EMPRESAS

Agrob Buchtal: www.agrob-buchtal.de
Alucobond: www.alucobond.com
Arpa: www.arpaindustriale.com
Equitone: www.equitone.com
Euronit: www.euronit.es
Europofix: www.europofix.pt
Halfen: www.halfen.pt
Inor: www.inor.pt
Porcelanosa: www.porcelanosa.com
Real Granito: www.realgranito.pt
Recer: www.recer.pt
SamPedras: www.sampedras.com
Trespa: www.trespa.com
Trespa: www.trespa.info
Ulma: almaarchitectural.com.br
Viroc by Investwood: www.viroc.pt

FONTES E CRÉDITOS DAS IMAGENS*

Imagem da capa: *City Square Mortsel*, Bélgica. Cortesia de Euronit. Projeto de Arquitetura: Abscis Architecten. Fotografia: ANIF.

Figura 1: Pormenorizações de fachada corrida em tijolo-à-vista, parcialmente suportada por cantoneiras de aço. Alcino Soutinho – *Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro* da Universidade de Aveiro, 1987/92. Projeto de Execução, desenho n.º 13, Julho 1988. Arquivo de Alcino Soutinho.

Figura 2: Os dois tipos de tijolo denunciam as reparações efetuadas na fachada do edifício. Alcino Soutinho – *Departamento...*, *op. cit.* Fotografia: Sérgio Mendes.

Figura 3: Vantagens das fachadas ventiladas: Desenho: Sérgio Mendes e Daniel Brandão.

Figura 4: Pormenor de fixação dos pernos. Desenho: Sérgio Mendes e Daniel Brandão.

Figura 5: Perno de varão nervurado da *Europofix*. Cortesia de *Europofix*. Fotografia: ANIF.

Figura 6: «Pata» da *Europofix*. Cortesia de *Europofix*. Fotografia: ANIF.

Figura 7: Pedras calcárias fixas com pernos de varão nervurado da *Europofix*. Cortesia de *Europofix*. Fotografia: ANIF.

Figura 8: Pedra calcária fixa com «pata» da *Europofix*. Cortesia de *Europofix*. Fotografia: ANIF.

Figura 9: Painéis de resinas fenólicas. Fotografia: ANIF

Figura 10: Imagem da gama de *Wood Decors* da *Trespa® Meteor®*. Cortesia de *Trespa*. Imagem do catálogo *Trespa® Meteor® Exterior*, Versão 4.0, código do catálogo PT2405, 01/2015, p. 8.

* Ao longo da elaboração do presente estudo procuraram-se determinar escrupulosamente as autorias dos projetos de arquitetura e das fotografias dele constantes. Embora estes intentos tenham sido incansavelmente prosseguidos, nem sempre foi possível fazê-lo, devido ao facto de esses dados não nos terem sido facultados pelas empresas que graciosamente forneceram as imagens. Apresentamos assim as nossas desculpas aos respetivos autores, solicitando que nos indiquem as respetivas autorias para que, numa próxima edição, se possam corrigir os lapsos. Nas situações em que não foi possível apurar os créditos utilizou-se a sigla ANIF: Autor Não Identificado na Fonte.

Figura 11: Fachada revestida com painéis da *Trespa® Meteon®*. Cortesia de *Trespa*. Arquitetura e fotografia: ANIF.

Figura 12: Fachada e portadas em painéis da *Trespa® Meteon®*. Cortesia de *Trespa*. Arquitetura e fotografia: ANIF.

Figura 13: Pormenor horizontal da série TS 300 da *Trespa® Meteon®*. Cortesia de *Trespa*. Pormenor disponível em www.trespa.info

Figura 14: Pannel *Equitone Tectiva*. Cortesia de *Euronit*. Fotografia: ANIF.

Figura 15: *Gallery of Technology Building*, Bélgica. Cortesia de *Euronit*. Arquitetura: AR-TE. Fotografia: ANIF.

Figura 16: Edifício em Wrocław, Polónia. Cortesia de *Euronit*. Arquitetura: Boguslaw Wowrzecka. Fotografia: ANIF.

Figura 17: *Kothen Concert Hall*, Berlim, Alemanha. Cortesia de *Euronit*. Arquitetura: Busmann + Haberer. Fotografia: ANIF.

Figura 18: Edifício em Berlim, Alemanha. Cortesia de *Euronit*. Arquitetura: Astrid Bonheim. Fotografia: ANIF.

Figura 19: Fixação visível de painéis da *Equitone*. Cortesia de *Euronit*. Fotografia: ANIF.

Figura 20: Painéis *Viroc*. Cortesia de *Investwood*. Imagem disponível no catálogo *Viroc by Investwood: Cement Wood Board, Dossier Técnico*, não datado, p. 5, disponível em <http://www.viroc.pt/>

Figura 21: Cores e acabamentos dos painéis *Viroc*. Cortesia de *Investwood*.

Figura 22: Centro de Alto Rendimento de *Surf* de Peniche. Cortesia de *Investwood*. Arquitetura: Adérito Carvalho, Transversal – Atelier de Arquitectura e Design. Fotografia: João Rosado. Imagem disponível no catálogo *Viroc by Investwood...*, op. cit., p. 3, disponível em <http://www.viroc.pt/>

Figura 23: Cafeteria Parque dos Anjos, Algés, Portugal. Cortesia de *Investwood*. Arquitetura: Entreplanos. Fotografia: ANIF. Imagem disponível no catálogo *Viroc by Investwood...*, op. cit., p. 27, disponível em <http://www.viroc.pt/>

Figura 24: Pormenor horizontal e vertical do sistema de parafusos. Cortesia de *Investwood*. Imagem disponível no catálogo *Viroc by Investwood: Fachadas, Fichas de Aplicação*, não datado, pp. 4 e 5, disponível em <http://www.viroc.pt/>

Figura 25: Pormenor horizontal e vertical da série TS 700 da *Trespa® Meteon®*. Cortesia de *Trespa*. Pormenores disponíveis em www.trespa.info

Figura 26: Pormenor horizontal e vertical da fixação de painéis de fibrocimento da *Equitone* a perfil ómega. Cortesia de *Euronit*.

Figura 27: Fixação de painéis *Viroc* por colagem. Cortesia de *Investwood*. Imagem disponível no catálogo *Viroc by Investwood: Fachadas...*, op. cit., p. 69, disponível em <http://www.viroc.pt/>

Figura 28: Pormenor horizontal e vertical da série TS 200 da *Trespa® Meteon®*. Cortesia de *Trespa*. Pormenores disponíveis em www.trespa.info

Figura 29: Pontos de fixação por parafuso de painéis *Viroc*. Cortesia de *Investwood*. Imagem disponível no catálogo *Viroc by Investwood: Fachadas...*, op. cit., p. 3, disponível em <http://www.viroc.pt/>

Figura 30: Edifício da *Mediterranean Shipping Company*, Leça da Palmeira. Arquitetura: ANIF. Fotografia: Sérgio Mendes.

Figura 31: Edifício na Avenida Gil Vicente, V. N. Gaia. Arquitetura: ANIF. Fotografia: Sérgio Mendes.

Figura 32: Sede da *Porcelanosa*, Porto. Arquitetura: ANIF. Fotografia: Sérgio Mendes.

Figura 33: Peça do sistema de fixação visível para fachadas ventiladas da *Butech*, empresa do grupo *Porcelanosa*. Desenho: Daniel Brandão.

Figura 34: Cerâmica *Smooth KeraTwin® K20* da *Agrob Buchtal*. Cortesia de *Lusomatec*. Imagem disponível no catálogo *Agrob Buchtal, Programme of Delivery Facade Systems*, 2015, p. 20, disponível em http://www.agrob-buchtal.de/en/service/haendler/infomaterial_downloaden.html?pe_id=65

Figura 35: Cerâmica *KerAion®* da *Agrob Buchtal*. Cortesia de *Lusomatec*. Imagem disponível no catálogo *Agrob Buchtal, Programme of...*, op. cit., p. 62, disponível em http://www.agrob-buchtal.de/en/service/haendler/infomaterial_downloaden.html?pe_id=65

Figura 36: Perfis de canto da *Agrob Buchtal*. Cortesia de *Lusomatec*. Imagem disponível no catálogo *Agrob Buchtal, Programme of...*, op. cit., p. 25, disponível em http://www.agrob-buchtal.de/en/service/haendler/infomaterial_downloaden.html?pe_id=65

Figura 37: Escola Primária, Garching, Alemanha. Cortesia de *Lusomatec*. Arquitetura: Coplan AG. Fotografia: ANIF.

Figura 38: Sistema *KeraTwin® K20* com perfil de junta vertical em alumínio. Cortesia de *Lusomatec*. Imagem disponível no catálogo *Agrob Buchtal, Programme of...*, op. cit., p. 26, disponível em http://www.agrob-buchtal.de/en/service/haendler/infomaterial_downloaden.html?pe_id=65

Figura 39: Pormenor horizontal e vertical do sistema de fixação oculta da *Butech*. Desenhos: Sérgio Mendes e Daniel Brandão. Pormenores disponíveis no catálogo *Butech: Porcelanosa Grupo, Technical Book – Sistemas de Fachada Ventilada*, não datado, p. 29, disponível em <http://www.porcelanosa.com/pt/BUTECH.php>

Figura 40: Pormenor horizontal e vertical do sistema de fixação visível da *Butech*. Desenhos: Sérgio Mendes e Daniel Brandão. Pormenores disponíveis no catálogo *Butech: Porcelanosa Grupo, Technical Book...*, op. cit., p. 37, disponível em <http://www.porcelanosa.com/pt/BUTECH.php>

Figura 41: Sistema *KerAion® K8*. Cortesia de *Lusomatec*. Pormenor disponível no catálogo *Agrob Buchtal, Programme of...*, op. cit., p. 70, disponível em http://www.agrob-buchtal.de/en/service/haendler/infomaterial_downloaden.html?pe_id=65

Figura 42: Sistema *KeraTwin® K18*. Cortesia de *Lusomatec*. Pormenores disponíveis no catálogo *Agrob Buchtal, Programme of...*, op. cit., p. 40, disponível em http://www.agrob-buchtal.de/en/service/haendler/infomaterial_downloaden.html?pe_id=65

Figura 43: Composição dos painéis em alumínio tricamada *Reynobond*. Cortesia de *Inor*. Imagem disponível no catálogo *Inor, Soluções Metálicas*, não datado, p. 11, disponível em www.inor.pt

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| PREÂMBULO..... | 3 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 5 |
| 1.1. Fachadas ventiladas: Um breve enquadramento histórico/construtivo..... | 5 |
| 2. VANTAGENS DAS FACHADAS VENTILADAS..... | 9 |
| 2.1. Vantagens gerais..... | 9 |
| 2.2. Comportamento higrotérmico..... | 9 |
| 2.3. Proteção hídrica..... | 10 |
| 2.4. Proteção acústica..... | 11 |
| 2.5. Reabilitação..... | 11 |
| 2.6. Sustentabilidade..... | 11 |
| 3. ESTUDO COMPARATIVO..... | 13 |
| 3.1. Revestimento com pedras naturais..... | 13 |
| 3.1.1. Revestimento com pedras naturais: descrição genérica..... | 13 |
| 3.1.2. Sistemas de fixação e suporte para pedras naturais..... | 15 |
| 3.2. Revestimento com painéis..... | 15 |
| 3.2.1. Painéis de resinas fenólicas: descrição genérica..... | 15 |
| 3.2.2. Painéis de fibrocimento: descrição genérica..... | 17 |
| 3.2.3. Painéis compósitos de partículas de madeira e cimento: descrição genérica..... | 19 |
| 3.2.4. Sistemas de fixação e suporte para painéis..... | 21 |
| 3.3. Revestimentos com peças cerâmicas..... | 25 |
| 3.3.1. Cerâmicas em grés porcelânico: descrição genérica..... | 25 |
| 3.3.2. Cerâmicas extrudidas: descrição genérica..... | 25 |
| 3.3.3. Sistemas de fixação e suporte para peças cerâmicas..... | 27 |
| 3.4. Revestimento com painéis de alumínio trcamada..... | 31 |
| 3.4.1. Painéis de alumínio trcamada: descrição genérica..... | 31 |
| 3.4.2. Sistemas de fixação e suporte para painéis de alumínio trcamada..... | 31 |
| 3.5. Cotação dos sistemas de fachadas ventiladas descritos..... | 33 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 35 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 37 |
| FONTES E CRÉDITOS DAS IMAGENS..... | 39 |

Figura 44: Acabamentos em tonalidade metálica da *Reynobond / Reynolux*. Cortesia de *Inor*. Imagem disponível no catálogo *Reynobond / Reynolux – Colour Chart Standard*, não datado, p. 2.

Figura 45: Edifício *Imoliving* (FM&F Imobiliária), Barcelos. Cortesia de *Inor*. Arquitetura: ANIF. Fotografia de *Inor*.

Figura 46: Cassetes em painéis *Reynobond*. Cortesia de *Inor*. Pormenores disponíveis em <http://inor.pt/concreta/>

Figura 47: Pormenor horizontal e vertical do sistema de cassetes da *Reynobond*. Cortesia de *Inor*. Pormenores disponíveis em <http://inor.pt/concreta/>



esap
escola superior
artística do porto