

PATOLOGIAS E REABILITAÇÃO DE FACHADAS COM REVESTIMENTO NÃO ADERENTE

PEDRO LUÍS FERRÃO LEAL

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Vítor Carlos Trindade Abrantes Almeida

Coorientador: Professora Doutora Ana Margarida Vaz Duarte Oliveira
e Sá

JUNHO DE 2017

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2016/2017

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2016/2017 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2017.*

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

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

Aos meus pais

“O conhecimento não é aquilo que você sabe, mas o que você faz com aquilo que sabe”

Aldous Huxley

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos aqueles que me apoiaram e incentivaram na elaboração deste trabalho, nomeadamente:

- Ao meu orientador Professor Doutor Vítor Abrantes e à minha coorientadora Professora Doutora Ana Vaz pelo apoio prestado e pela disponibilidade que demonstraram;
- Aos meus Pais por toda a ajuda, apoio e incentivo que me foram dando ao longo do semestre.

RESUMO

Face às obrigações normativas atuais em termos térmicos, o isolamento térmico nas fachadas tem vindo a ser colocado pelo exterior e existem dois métodos para realizar esta condicionante, que é recorrendo a fachadas com revestimento não aderente e o ETICS. Ao longo deste trabalho pretende-se apresentar de forma organizada as diversas soluções para as fachadas com revestimento não aderente. Com base na pesquisa de mercado são apresentadas as diversas soluções de materiais utilizados em revestimentos. Assim como os sistemas de fixação e as suas compatibilidades com os diferentes materiais de revestimento.

É objetivo deste trabalho fazer uma descrição das patologias que este sistema é alvo e, posteriormente abordar as estratégias de reabilitação. Serão mencionados vários tipos de problemas, desde patologias que comprometem a estabilidade e a segurança dos utilizadores até às patologias que simplesmente interferem negativamente na estética do edifício.

Apresentadas as patologias é fundamental conhecer as causas que dão origem aos fenómenos de degradação destes revestimentos. O conhecimento aprofundado das causas das patologias constitui a chave para definir a melhor estratégia de conservação, através da manutenção ou reabilitação.

Preconiza-se a criação de fichas de diagnóstico em que será descrita a forma de manifestação da patologia, as prováveis causas, registo fotográfico e possíveis estratégias de reabilitação. Estas fichas permitem sintetizar a informação e constituem uma ferramenta útil, pratica e de fácil interpretação para os intervenientes na construção/reabilitação de edifícios.

PALAVRAS-CHAVE: fachada cortina, fachada ventilada, patologias, reabilitação, ficha diagnóstico.

ABSTRACT

Faced with the current normative norms in thermal terms, the thermal insulation in the façades has been placed by the exterior and there are two ways to do it, which are the façade with non adherent coating and the ETICS. During this work the goal is presenting, in an organized way, various solutions to façades with non adherent coating. Based on the market research, many solutions of coatings materials, fixing systems and their compatibilities with all different coating materials.

This work's goal is to describe all the pathologies of this system, and posteriorly, to expose rehabilitation strategies. There will be mentioned all kinds of problems, since anomalies that compromise stability and people's safety, to anomalies that simply affect the beauty of the building.

Presented as pathologies, it is fundamental to know them as causes that give origin to the phenomena of these coatings degradation. The in-depth knowledge of the pathologies causes is a key to defining a better conservation strategy through maintenance or rehabilitation.

It is recommended the creation of diagnostic files where is described as a way of pathology manifestation, as probable causes, photographic register and rehabilitation strategy. These files are information sources and constitute a useful, practical and easy-to-interpret tool for those who are involved in the construction/rehabilitation of buildings.

KEYWORDS: curtain wall, ventilated façade, pathologies, rehabilitation, diagnostic file

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
1 INTRODUÇÃO	1
1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1.2. INTERESSE E OBJETIVOS DO TRABALHO	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	2
2 FACHADAS COM REVESTIMENTO NÃO ADERENTE	3
2.1. EVOLUÇÃO DAS FACHADAS EM PORTUGAL	3
2.2. SISTEMA DE REVESTIMENTO NÃO ADERENTE	5
2.2.1. TERMOS E DEFINIÇÕES	5
2.2.2. FACHADA VENTILADA	5
2.2.3. FACHADA CORTINA	6
2.3. CARACTERIZAÇÃO DOS REVESTIMENTOS E SISTEMAS DE FIXAÇÃO	7
2.3.1. ENQUADRAMENTO	7
2.3.2. MATERIAIS DE REVESTIMENTO	7
2.3.2.1. Placas de Pedra Natural	7
2.3.2.2. Painéis de Betão	10
2.3.2.3. Placas de Naturocimento	13
2.3.2.4. Placas de Metal	14
2.3.2.5. Placas Cerâmicas	18
2.3.2.6. Painéis Fenólicos	19
2.3.2.7. Painéis de Madeira	21
2.3.2.8. Painéis de Vidro	22
2.3.2.9. Painéis de Plástico	24
2.3.2.10. Painéis Fotovoltaicos	24
2.3.3. SISTEMAS DE FIXAÇÃO	25
2.3.4. PONTOS SINGULARES	31

3 PATOLOGIAS EM FACHADAS COM REVESTIMENTO NÃO ADERENTE 33

3.1. INTRODUÇÃO	33
3.2. PATOLOGIAS ASSOCIADAS AO REVESTIMENTO.....	34
3.3. PATOLOGIAS ASSOCIADAS AO SISTEMA DE FIXAÇÃO.....	40
3.4. PATOLOGIAS ASSOCIADAS À CAIXA-DE-AR E ISOLAMENTO TÉRMICO.....	41

4 ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO DE REVESTIMENTOS NÃO ADERENTES..... 43

4.1. PRÉ REABILITAÇÃO: A MANUTENÇÃO.....	43
4.1.1. INTRODUÇÃO	43
4.1.2. AS FIXAÇÕES.....	43
4.1.3. O REVESTIMENTO EXTERIOR	44
4.2. REABILITAÇÃO: TRATAMENTO DE PATOLOGIAS NOS REVESTIMENTOS.....	44
4.2.1. INTRODUÇÃO	44
4.2.2. QUEBRA ISOLADA DAS PLACAS DE REVESTIMENTO	45
4.2.3. EFLORESCÊNCIAS	45
4.2.4. APARECIMENTO DE FUNGOS, MUSGOS E OUTROS AGENTES BIOLÓGICOS.....	45
4.2.5. DESPRENDIMENTO DAS PLACAS DE REVESTIMENTO.....	45
4.2.6. VARIAÇÕES DE COR	46
4.2.7. QUEBRA E/OU DESALINHAMENTO GENERALIZADO DAS PLACAS DE REVESTIMENTO	46
4.3. REABILITAÇÃO: TRATAMENTO DE PATOLOGIAS NO SISTEMA DE FIXAÇÃO.....	46
4.3.1. INTRODUÇÃO	46
4.3.2. CORROSÃO DOS FIXADORES.....	46
4.4. REABILITAÇÃO: TRATAMENTO DE PATOLOGIAS NA CAIXA-DE-AR E ISOLAMENTO TÉRMICO.....	46
4.4.1. INTRODUÇÃO	46
4.4.2. INFILTRAÇÃO PELA CAIXA-DE-AR	46
4.5. FICHA DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIA DE REABILITAÇÃO	47
4.5.1. INTERESSE E ESTRUTURA DA FICHA	47

5 CONCLUSÃO E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS 49

5.1. CONCLUSÕES GERAIS.....	49
5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	50

Referências Bibliográficas51

ANEXO.....54

FICHA DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIA DE REABILITAÇÃO 54

A1 - QUEBRA ISOLADA DAS PLACAS DE REVESTIMENTO..... 55

A2 - EFLORESCÊNCIAS..... 56

A3 - APARECIMENTO DE FUNGOS, MUSGOS E OUTROS AGENTES BIOLÓGICOS..... 57

A4 - DESPRENDIMENTO DAS PLACAS DE REVESTIMENTO 58

A5 - VARIAÇÕES DE COR 59

A6 - QUEBRA E/OU DESALINHAMENTO DAS PLACAS DE REVESTIMENTO 60

A7 - CORROSÃO DOS FIXADORES..... 61

A8 - INFILTRAÇÃO PELA CAIXA-DE-AIR..... 62

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 - Evolução das fachadas em Portugal até aos anos 80 [2]	4
Fig. 2.2 – Evolução das fachadas em Portugal dos anos 90 até hoje [4].....	4
Fig. 2.3 – Esquema adaptado duma fachada ventilada [5].....	6
Fig. 2.4 – Principais tipos de acabamento em granitos, calcários e mármore [9].....	8
Fig. 2.5 - Furação com ranhura, contínua ou descontínua, e furação circular [9].....	8
Fig. 2.6 – Ancoragem por grampos [10].....	9
Fig. 2.7 – Fachada em soletos de ardósia [11].....	10
Fig. 2.8 – Fachada ventilada revestida com painéis de betão polímero [6].....	11
Fig. 2.9 – Formas para as placas de betão [2].....	13
Fig. 2.10 – Fachada ventilada revestida a compósito de alumínio [18].....	14
Fig. 2.11 – Painéis metálicos furados [19]	15
Fig. 2.12 – Painéis metálicos em grelha [19].....	15
Fig. 2.13 – Painéis metálicos perfilados com e sem arestas [20].....	16
Fig. 2.14 – Painel metálico tracamada [21].....	16
Fig. 2.15 – Painéis metálicos com estrutura em favo [22].....	16
Fig. 2.16 – Fachada ventilada revestida com placas cerâmicas [24].....	19
Fig. 2.17 – Constituição dum painel fenólico [25].....	20
Fig. 2.18 – Fachada revestida em madeira [27].....	21
Fig. 2.19 – Fachada revestida em vidro [33].....	23
Fig. 2.20 – Fachada revestida em policarbonato transparente [34]	24
Fig. 2.21 – Fachada revestida com painéis fotovoltaicos [36]	25
Fig. 2.22 - Ancoragens por cavilhas em juntas horizontais (duas à esq.) e verticais (dir.) [37]	26
Fig. 2.23 – Ancoragem por discos [9]	26
Fig. 2.24 - Ancoragem por grampos com e sem sobreposição [6]	27
Fig. 2.25 – Ancoragem linear [6]	27
Fig. 2.26 – Ancoragem no tardo com pernos ajustáveis [39].....	28
Fig. 2.27 – Ancoragem no tardo por sistema de suspensão [39].....	28
Fig. 2.28 – Ancoragem no tardo por sistema de aperto [40]	29
Fig. 2.29 – Ancoragem no tardo por ganchos [6]	29

Fig. 2.30 – Ripado de madeira fixada por parafusos ou rebites [2].....	30
Fig. 2.31 – Sistema de moldura [6].....	30
Fig. 2.32 – Sistema de encaixe para cassetes [6].....	31
Fig. 2.33 – Lâminas simples fixadas por encaixe (esq.) e aerodinâmicas fixas e móveis (duas da dir.) [2].....	31
Fig. 2.34 – Pormenor da platibanda, abertura inferior (esq.) e compartimentação da caixa-de-ar (dir.) [2].....	32
Fig. 2.35 – Pormenores de soluções de cunhais – a) Canto aberto; b) Elemento de canto; c) Perfil de canto [2]	32
Fig. 2.36 – Pormenor do parapeito [2].....	32
Fig. 3.1 – Quebra de placas em zonas acessíveis [44]	34
Fig. 3.2 – Quebra de placas em zonas de fixação [43]	35
Fig. 3.3 – Eflorescências em fachada [45]	35
Fig. 3.4 - Musgos, manchas de sujidade e de eflorescência na superfície de um revestimento de granito.....	36
Fig. 3.5 – Desprendimento da placa de revestimento [41]	37
Fig. 3.6 – Falha de Expansão (esquerda) e Falha no Chumbador (direita) [46]	37
Fig. 3.7 – Falha no material da parede de suporte [46]	38
Fig. 3.8 – Distancias entre furações na parede de suporte [46]	38
Fig. 3.9 – Variação de cor em fachada [44]	39
Fig. 3.10 – Desalinhamento das placas de revestimento [43]	39
Fig. 3.11 – Quebra de placas em zona não acessível [43]	40
Fig. 3.12 – Corrosão dos fixadores e manifestação na fachada [43]	40
Fig. 3.13 – Manifestação da corrosão na fachada [43]	41
Fig. 3.14 – Humidade interior causada por infiltrações na caixa-de-ar.....	41

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 2.1 – SOLUÇÕES DE PAINÉIS DE BETÃO E SISTEMAS DE FIXAÇÃO UTILIZADOS.....	12
QUADRO 2.2 – FORMAS E FIXAÇÕES PARA REVESTIMENTOS METÁLICOS.....	17
QUADRO 2.3 - FORMAS E FIXAÇÕES PARA REVESTIMENTOS METÁLICOS EM LÂMINA.....	18
QUADRO 2.4 – SISTEMA DE FIXAÇÃO PARA REVESTIMENTOS FENÓLICOS.....	20
QUADRO 2.5 – SISTEMA DE FIXAÇÃO PARA REVESTIMENTOS DE MADEIRA.....	22
QUADRO 2.6 – SISTEMA DE FIXAÇÃO PARA REVESTIMENTOS EM VIDRO.....	23

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

DEC – Departamento de Engenharia Civil

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

GRC – Glassfibre Reinforced Concrete

UV – Ultravioleta

OSB – Oriented Strand Board

MDF – Medium Density Fiberboard

HDF – High Density Fiberboard

1

INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A fachada de um edifício é um elemento essencial na valorização deste, uma vez que a sua função é, juntamente com a cobertura, constituir um invólucro da edificação, sendo responsável pela manutenção das condições de conforto no interior do edifício, como é por exemplo o caso do conforto térmico e do conforto acústico dos utilizadores.

Uma vez que a fachada se encontra exposta às agressões do exterior pelos diversos agentes climatéricos, esta é solicitada por movimentos quer de contração como de dilatação. Estas solicitações ocorrem principalmente ao nível do revestimento. Como principais agentes atuantes sobre a fachada dos edifícios podem destacar-se os seguintes:

- Forças e cargas de impacto;
- Fogo;
- Vento;
- Humidade;
- Plantas e microrganismos;
- Temperatura ambiente;
- Radiação;
- Vibrações.

Nas últimas décadas tem-se verificado que as empresas de construção e os projetistas têm mostrado um esforço em procurar novas soluções que, para além de permitir uma valorização estética, obtenham uma melhor resposta perante estas solicitações assim como um aumento da produtividade e uma redução da probabilidade de ocorrência de patologias usando novos produtos, materiais, técnicas e tecnologias de construção. É então neste contexto que se pode enquadrar o sistema de fachada com revestimento não aderente, que surgiu em Portugal por volta dos anos 90 em alternativa às paredes duplas que se utilizavam na altura, onde já era de complexidade elevada atingir os níveis de qualidade aceitáveis.

Com a crescente utilização deste sistema de fachada na construção moderna e a evolução tecnológica, têm surgido novas soluções com diferentes tipos de material de acabamento, associadas a uma nova abordagem arquitectónica, quer do ponto de vista estético como funcional.

Em Portugal, a utilização deste sistema cinge-se um pouco à pedra natural como material de revestimento, contudo existe um leque enorme de soluções disponíveis com forte utilização no mercado internacional. Contudo a falta de acompanhamento técnico e informativo, bem como a falta de regulamentação e normalização específica, leva a que a avaliação do sistema ideal para uma

determinada solução em determinado contexto nem sempre seja o mais adequado, podendo levar ao surgimento de situações indesejáveis. Sendo assim, a garantia de desempenho, flexibilização, facilidade de aplicação e reparação, durabilidade e economia de manutenção sejam os principais fatores a ter em conta na escolha de um revestimento de fachada, em geral e de um revestimento não aderente, em particular.

1.2. INTERESSE E OBJETIVOS DO TRABALHO

Com vista a melhor conhecer os sistemas utilizados nas fachadas com revestimento não aderentes, pretende-se desenvolver no presente trabalho os seguintes objetivos:

- Apresentar de uma forma organizada as várias soluções deste tipo de fachadas, abordando os diferentes materiais utilizados para revestimento e as variadas formas de fixação;
- Identificar as patologias que estes sistemas apresentam, identificando possíveis causas e formas de manifestação;
- Apresentar estratégias de reabilitação possíveis para as diversas patologias
- Criar fichas para cada patologia como forma de tornar mais simples e intuitiva a identificação do problema e respetiva metodologia de intervenção.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho é composto por 6 capítulos, dos quais se faz seguidamente uma breve descrição do respetivo conteúdo.

No primeiro capítulo enquadra-se o tema e descreve-se a metodologia de trabalho. Faz-se a descrição da estrutura do trabalho.

No segundo capítulo começa-se por relatar um pouco da história das fachadas em Portugal, e enquadrar as fachadas com revestimento não aderente nessa evolução. Distinguem-se os conceitos de fachada ventilada e fachada cortina. Em seguida descrevem-se cada uma das soluções de revestimento e formas de fixação. Por fim apresentam-se alguns pormenores construtivos deste tipo de sistema de fachada.

No terceiro capítulo identificam-se as patologias que este sistema é alvo, quer em termos de revestimento, sistema de fixação ou caixa-de-ar. Enumeram-se as possíveis causas das patologias e as suas formas de manifestação.

No quarto capítulo apresenta-se as estratégias de intervenção mais adequadas para cada patologia.

No quinto capítulo criam-se as fichas de diagnóstico e estratégia de reabilitação. São fichas que têm como objetivo tornar mais simples e intuitiva a identificação da patologia e respetiva metodologia de intervenção. Cada ficha contém a descrição da patologia, as possíveis causas, registo fotográfico e as possíveis metodologias de reabilitação.

No último capítulo apresentam-se as conclusões gerais e as perspectivas de desenvolvimento futuro.

2

FACHADAS COM REVESTIMENTO NÃO ADERENTE

2.1. EVOLUÇÃO DAS FACHADAS EM PORTUGAL

No sentido de situar e contextualizar as fachadas cortina e as fachadas ventiladas na tradição construtiva portuguesa, é conveniente proceder a uma breve descrição da evolução das soluções de fachada utilizadas ao longo dos tempos em Portugal de forma a melhor compreender o interesse do tema em estudo. Apesar da inexistência de um estudo muito aprofundado sobre a evolução das soluções de envoltório, julga-se ser possível afirmar que estas soluções tiveram uma evolução rápida a partir de meados do século XX. Contudo, nem sempre conduzia às fachadas ideais para condições locais existentes. A construção de fachadas no século XX pode assim ser definida, de forma simples e sintética, pelas soluções adotadas em cada década pela seguinte sequência [1]:

- Até anos 40 – paredes simples espessas de pedra ou tijolo maciço ou perfurado;
- Anos 50 – paredes de pedra com pano interior de tijolo furado e eventual caixa-de-ar;
- Anos 60 – paredes duplas de tijolo com um pano espesso;
- Anos 70 – paredes duplas de tijolo furado com panos de espessura média ou reduzida;
- Anos 80 – paredes duplas de tijolo com isolamento térmico, preenchendo total ou parcialmente a caixa-de-ar;
- Anos 90 – paredes simples com isolamento pelo exterior recorrendo a placagens ou ETICS.

O primeiro material que era mais utilizado nos primórdios da construção era aquele que existia com maior abundância e o mais acessível à população. A pedra é um recurso de relativamente fácil acesso em Portugal, principalmente o granito no norte do país, e apresenta boas características para a sua utilização na construção, sendo assim, tornou-se no material mais utilizado na construção até aos anos 40 (Figura 2.1). As paredes eram constituídas por um pano de elevada espessura em alvenaria de pedra, contudo, nos locais onde a pedra era um recurso não tão abundante, utilizava-se o tijolo maciço [2].

Na década seguinte, para melhoria do conforto das habitações e redução dos custos de construção, surgiram as primeiras paredes duplas. Estas paredes eram constituídas por um pano exterior de alvenaria de pedra, agora com menor espessura, formando uma espécie de forra interior em alvenaria de tijolo [2].

Nos anos 60 aparece o betão armado na construção portuguesa. Com esta evolução as paredes exteriores deixaram de ter uma função estrutural e passaram a ser exclusivamente um elemento de separação entre o ambiente interior e exterior. Uma vez que já não era necessário um material com

tanta capacidade resistente passou-se à utilização quase em exclusivo do tijolo furado. Sendo a solução mais comum a parede dupla de alvenaria de tijolo em que o pano exterior é mais espesso [2].

Esta necessidade de aligeiramento das fachadas termina na década de 70, onde se atinge um máximo de aligeiramento com a parede dupla de tijolo furado de dois panos de dimensões idênticas, e por vezes muito reduzidas. A pedra deixa assim de ser o material predominante na construção de edifícios de habitação em Portugal, passando a ser os edifícios monumentais a sua única área de aplicação, favorecida pela sua qualidade estética e durabilidade [2].

Na década de 80, com as preocupações energética, começaram a introduzir-se materiais de isolamento térmico, preenchendo total ou parcialmente, a caixa-de-ar das paredes duplas. Inicialmente não existia qualquer preocupação com o tratamento das pontes térmicas, o que foi significativamente alterado após a entrada em vigor do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei n.º 40/90, de 06 de Fevereiro [3].

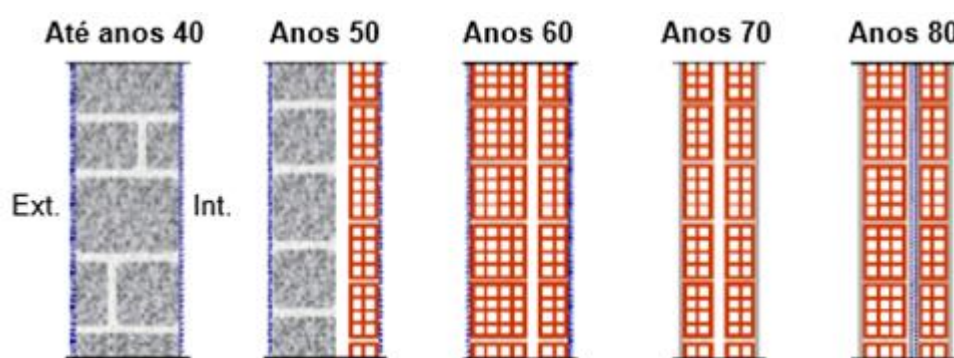


Fig. 2.1 - Evolução das fachadas em Portugal até aos anos 80 [2]

Nos anos 90, foram introduzidos em Portugal diferentes sistemas de isolamento térmico pelo exterior. Ressurgem as paredes simples que são ligadas a soluções inovadoras de isolamento, quer com revestimento delgado armado, quer sob “placagens” de proteção, e ainda a novas geometrias e funções, capazes de proporcionar um melhor desempenho térmico e mecânico (Figura 2.2) [4].

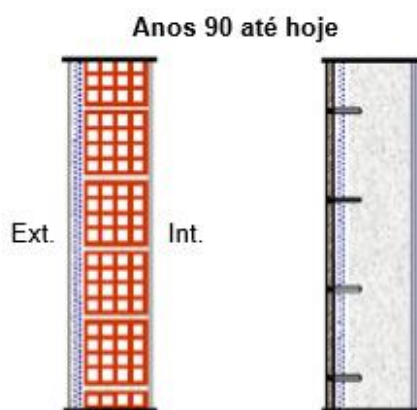


Fig. 2.2 – Evolução das fachadas em Portugal dos anos 90 até hoje [4]

Nos dias de hoje, não é só o bom desempenho da fachada que importa. A qualidade estética é extremamente importante para despertar o interesse de possíveis compradores num mercado tão competitivo como é a construção civil. Há a necessidade de transmitir uma boa imagem para causar uma boa impressão ao comprador.

É nesta nova abordagem que se enquadra o interesse das fachadas ventiladas e das fachadas cortina com as mais variadas soluções de acabamento que poderão marcar uma nova arquitetura, tanto do ponto de vista estético como de eficiência de desempenho.

2.2. SISTEMA DE REVESTIMENTO NÃO ADERENTE

2.2.1. TERMOS E DEFINIÇÕES

Após esta breve descrição histórica sobre a evolução das fachadas em Portugal há necessidade de esclarecer conceitos. Atualmente, prevalece a aplicação do isolamento térmico pelo exterior. Existem dois sistemas em que se utiliza este método de isolamento que é o ETICS e a fachada com revestimento não aderente. É neste sistema de fachadas com revestimento não aderente, isto é, fachadas ventiladas e fachadas cortina, que se irá focar o estudo. No que se refere ao caso em estudo, nas fachadas com revestimentos não aderentes, encontram-se dois tipos de fachada que por vezes baralham um pouco. São fachadas que a primeira vista parecem ser a mesma, mas têm modos de funcionamento distintos. A fachada ventilada e a fachada cortina são dois conceitos já conhecidos e muito desenvolvidos, com bastante utilização.

2.2.2. FACHADA VENTILADA

O sistema de fachada ventilada é uma solução cada vez mais utilizado na construção moderna, assumindo-se, atualmente, como a solução mais eficiente na resolução de problemas de isolamento térmico dos edifícios, ao mesmo tempo que permite conceber projetos de elevada qualidade estética e funcional.

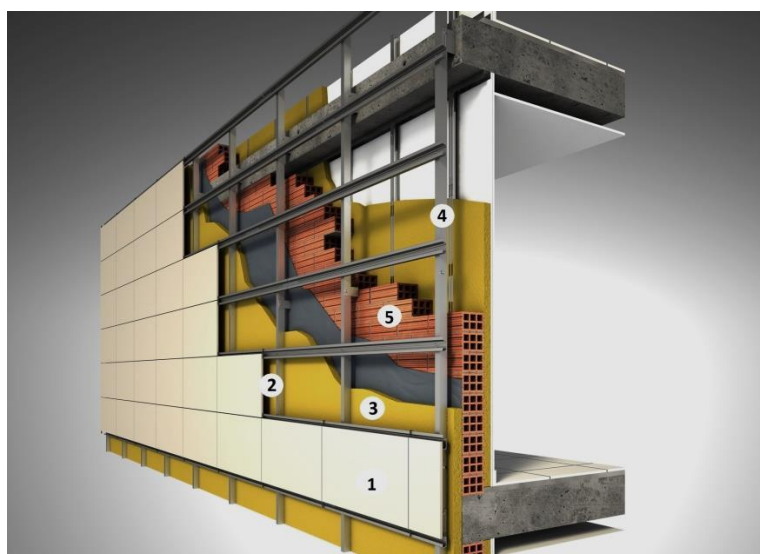
A fachada ventilada pode ser definida como um sistema de proteção e revestimento exterior de edifícios, caracterizado pelo afastamento entre a parede do edifício e o revestimento, criando, assim, uma câmara-de-ar em movimento. Este sistema de construção consiste num revestimento descontínuo exterior que é fixado mecanicamente a uma estrutura de suporte, um isolante térmico aplicado sobre a alvenaria e um espaço de ar ventilado entre ambos [6].

O adjetivo “ventilada” deriva, exatamente, desta câmara-de-ar que permite a ventilação natural e contínua da parede do edifício, através do efeito de chaminé (o ar entra frio pela parte inferior e sai quente pela parte superior). Deste modo, com o “arejamento” da parede, evitam-se as comuns humidades e condensações características das fachadas tradicionais e, consequentemente, consegue-se um maior conforto térmico [6].

A fachada ventilada tem, ainda, como outras vantagens a montagem fácil e possibilidade de colocação das instalações elétricas e sanitárias no espaço criado entre a parede e o revestimento.

Como elementos principais que constituem a fachada ventilada podem referir-se (Figura 2.3) [7]:

- Suporte existente de alvenaria ou betão;
- Revestimento descontínuo exterior que tem principalmente uma função estética e de proteção da parede do edifício;
- Câmara-de-ar que permite a ventilação natural da parede, sendo a condição essencial para o funcionamento do sistema;
- Estrutura de fixação onde é aplicado o revestimento que poderá ser de metal ou de madeira e tem como função dar estabilidade ao sistema;
- Camada de isolamento térmico.



- 1- Revestimento
- 2- Caixa-de-ar
- 3- Isolamento
- 4- Estrutura de fixação
- 5- Parede de suporte

Fig. 2.3 – Esquema adaptado duma fachada ventilada [5]

Convém ainda referir que todos os materiais utilizados na construção de uma fachada ventilada devem ser protegidos de acordo com o ambiente onde estão expostos, de modo a evitar a sua corrosão, apodrecimento ou outras patologias.

2.2.3. FACHADA CORTINA

A fachada cortina é geralmente constituída por perfilamentos estruturais verticais e horizontais, ligados entre si e fixados à estrutura do edifício, com preenchimento, formando um revestimento contínuo leve que proporciona, por si próprio ou em conjugação com o corpo do edifício, todas as funções exigíveis de uma parede exterior, embora não suporte qualquer tipo de carga afeta à estrutura do edifício [8].

Entende-se por fachada-cortina como sendo a envolvente vertical de um edifício composta por três elementos principais [7]:

- O revestimento ou camada exterior;
- Uma cavidade ou caixa-de-ar incorporando eventualmente o isolamento térmico;
- Um parâmetro interior onde se localiza um material pouco permeável ao ar, a barreira-ar, ou uma barreira-vapor; este material é assente sobre uma superfície rígida sob a eventual proteção de um isolamento térmico.

É na caixa-de-ar onde este tipo de fachada se afasta da fachada ventilada, uma vez que na fachada ventilada a caixa-de-ar encontra-se perfeitamente dimensionada permitindo a ventilação por efeito chaminé.

Esta solução particular insere-se numa das várias estratégias para combater a penetração da humidade proveniente do exterior. A solução geralmente designada por fachada-cortina corresponde a dispor de uma solução dupla de parâmetros sendo o exterior – a cortina – separado do exterior por uma cavidade que pode ser o não preenchida total ou parcialmente.

A caixa-de-ar tem as seguintes funções [7]:

- Interrupção da capilaridade;

- Drenagem por gravidade.

Com este tipo de solução as fachadas podem ser concebidas de forma eficaz, desde que se atenda às diferentes forças que atuam na sua superfície.

2.3. CARACTERIZAÇÃO DOS REVESTIMENTOS E SISTEMAS DE FIXAÇÃO

2.3.1. ENQUADRAMENTO

Como foi mencionado anteriormente, o sistema de fachada ventilada e o sistema de fachada cortina são muito semelhantes, ou seja, são compostas pelos mesmos constituintes. Esses constituintes são, do exterior para o interior, o revestimento descontínuo, a caixa-de-ar, a estrutura de fixação, a camada de isolamento e a parede de suporte. Neste subcapítulo, o estudo vai vincar-se sobre os diferentes tipos de materiais utilizados no revestimento deste tipo de fachadas e nos distintos sistemas de fixação existentes.

Hoje em dia, graças ao desenvolvimento de materiais de alto desempenho técnico e estético, é possível criar fachadas com grande eficiência e de notável resistência às variações higrotérmicas. Cada tipo de material tem um sistema de fixação que mais se adequa às suas características. É crucial que estes sistemas sejam projetados de forma adequada de modo a garantir a segurança e a adequabilidade ao sistema, bem como resistência à corrosão.

2.3.2. MATERIAIS DE REVESTIMENTO

2.3.2.1. Placas de Pedra Natural

A arquitetura contemporânea revela cada vez mais um maior interesse na utilização da pedra natural nestes sistemas de fachada com revestimento não aderente. É uma aplicação de elevado valor estético e com capacidades de isolamento térmico inigualáveis.

As rochas mais utilizadas em Portugal no revestimento destes sistemas de fachada são [4]:

- Granito;
- Basalto;
- Calcário;
- Mármore;
- Ardósia.

As texturas naturais das rochas são um aspeto importante na estética de uma fachada, assim como o tipo de acabamento das superfícies das placas de revestimento.

Os tratamentos com maior utilização são o polido, o areado, o amaciado, o flamejado e o bujardado. Estes tipos de tratamento são aplicados de acordo com a sensibilidade da pedra (Figura 2.4).

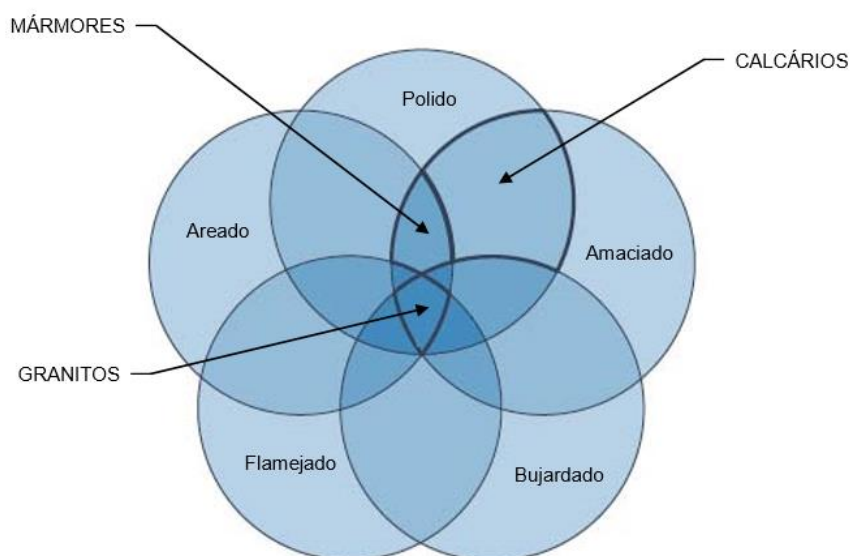


Fig. 2.4 – Principais tipos de acabamento em granitos, calcários e mármore [9]

Com base na observação da figura, pode-se concluir que apenas nos granitos se podem aplicar os cinco tipos de acabamentos referidos anteriormente. Por outro lado, os calcários são o tipo de rocha em que menos tipos de acabamentos se podem aplicar devido as suas propriedades, só se podendo aplicar e obtendo bons resultados com o polido e amaciado. Numa posição intermédia encontra-se a mármore em que se obtém bons resultados com os acabamentos do tipo o areado, o polido e o amaciado.

Depois de terem sido abordadas as várias rochas utilizadas e os respectivos tipos de acabamento, apresentam-se de seguida os métodos de fixação utilizados.

Inicialmente, na fixação de elementos de pedra, deve-se ter em conta que esta é um material natural que foi tratado e moldado no produto pretendido, ou seja, em placas para revestimento exterior. Uma vez que a forma mais utilizada são as superfícies planas, o aspeto mais importante é a execução dos tipos de furação nas placas para receber os dispositivos de ancoragem.

Como tipo de furação existem três soluções (Figura 2.5) [9]:

- Furação com broca cilíndrica, para inserção de cavilha ou, no tardo da pedra, para inserção de bucha metálica expansiva;
- Entalhe ou ranhura – *kerf* - para suporte ao longo de todo o bordo de apoio ou em parte, com cantoneira ou em T;
- Corte de ranhura circular ou prismática, para apoio com discos.

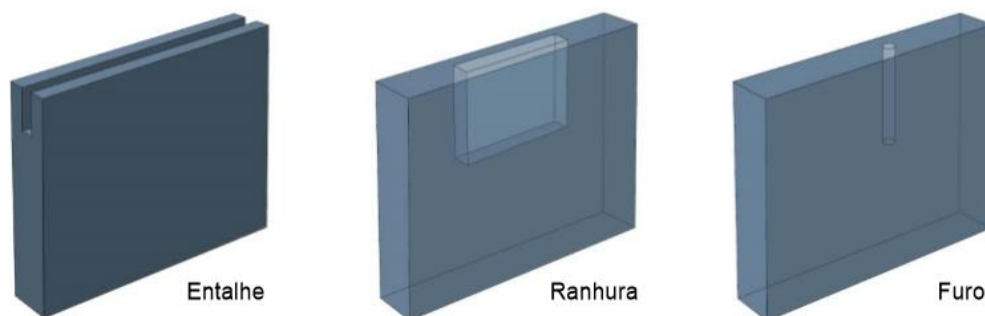


Fig. 2.5 - Furação com ranhura, contínua ou descontínua, e furação circular [9]

Contudo é de salientar que nem todos os sistemas de fixação recorrem a este tipo de furação. Fatores como a dimensão e o peso próprio das placas influenciam o sistema a utilizar assim como o tipo de furação. Para além destes dois aspetos, o impacto visual do tipo de furação também influencia o sistema a adotar.

Os sistemas de fixação utilizados em pedra natural podem ser divididos em dois grupos. Um grupo faz referência aos sistemas utilizados em placas rectangulares aplicadas na vertical com junta de topo e o outro grupo faz referência aos elementos que apresentam formas variadas e são aplicadas em escama, ou seja, com sobreposição dos elementos de revestimento.

O primeiro grupo é o mais utilizado e é onde está presente uma maior diversidade no que diz respeito aos sistemas de fixação. Aqui encontram-se sistemas de fixação visível, como a ancoragem por grampos (Figura 2.6), ou sistemas de fixação oculta, como a ancoragem linear, a ancoragem por cavilhas, a ancoragem com discos e a ancoragem no tardo.



Fig. 2.6 – Ancoragem por grampos [10]

Todos estes sistemas de fixação abordados necessitam da realização de furação nas placas, exceptuando-se a ancoragem por grampos, pois as placas são encaixadas aos grampos.

Existe um vasto leque de soluções de fixação de placas com juntas de topo, tais como, ancoragem por cavilhas, ancoragem por grampos, ancoragem linear e ancoragem no tardo. Contudo, num subcapítulo mais a frente, é apresentada uma maior pormenorização sobre todos estes sistemas.

Referente ao segundo grupo, que diz respeito a fixação das placas de revestimento com formas variadas e são fixadas em escama. Este tipo de fixação apresenta duas soluções:

- a) Ancoragem por grampos – Este sistema é completamente igual ao aplicado quando as juntas são de topo. Contendo apenas uma diferença, é que neste sistema o grampo utilizado permite a existência da sobreposição entre as placas.
- b) Soletos de ardósia (Figura 2.7) – Este é um dos sistemas mais antigos utilizados em Portugal, que inclui uma caixa-de-ar ventilada. A grande vantagem da utilização da ardósia é a sua estanquidade e com a sua sobreposição aumenta ainda mais a dificuldade da água entrar. Os soletos podem ter diversas formas tais como rectangular, ogival ou rectangular, sendo fixadas

recorrendo à utilização de pregos ou parafusos a uma estrutura tradicionalmente de madeira, constituída por varas e ripas, fixadas ao suporte.



Fig. 2.7 – Fachada em soletos de ardósia [11]

2.3.2.2. Painéis de Betão

O betão, ao contrário da pedra natural, é um material artificial que pode ser fabricado através de diversos moldes. Os moldes devem ser criados de forma a permitirem uma betonagem e descofragem fáceis, podendo ser desenhados de forma a garantirem no final distintos tipos de acabamentos lisos (Figura 2.8). As dimensões são muito díspares, vão desde pequenas dimensões tipo ladrilhos até painéis de grandes dimensões. As superfícies são na generalidade planas, sendo o aspecto mais inovador dos painéis de betão, a multiplicidade de cores e texturas disponíveis no mercado.

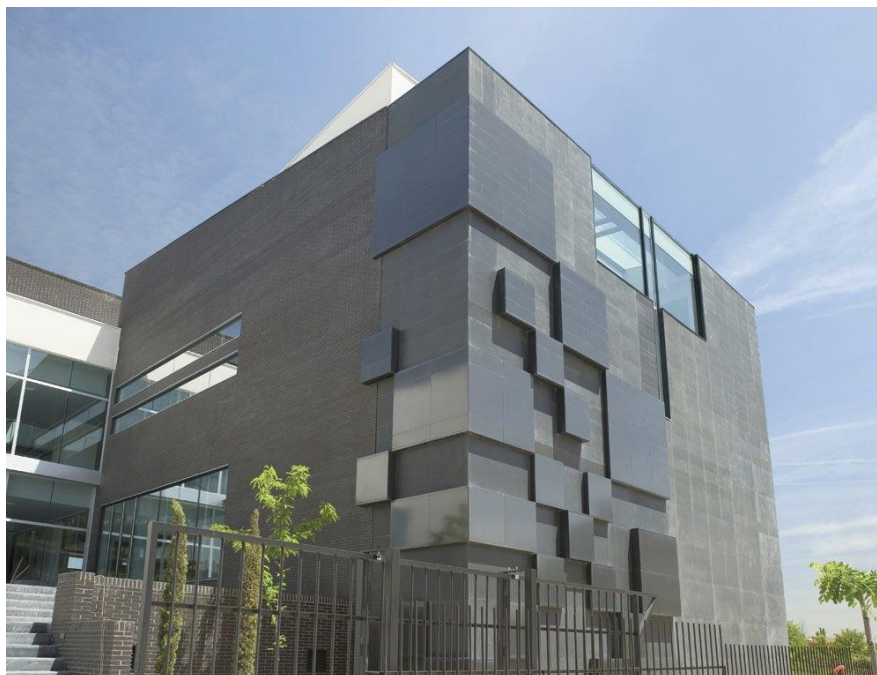


Fig. 2.8 – Fachada ventilada revestida com painéis de betão polímero [6]

A grande desvantagem na utilização de painéis de grandes dimensões em betão é o seu peso próprio. De modo a reduzir o peso das placas existem duas abordagens distintas. A primeira consiste na redução de volume de material através da redução da espessura das placas ou introduzindo alvéolos. A segunda abordagem consiste na alteração da composição do betão reduzindo a massa volúmica ou aumentando a sua resistência.

Tendo em conta a composição do betão, as soluções existentes no mercado são as seguintes:

- a) Betão tradicional – Neste tipo de betão os painéis são constituídos por betão corrente, podendo ser completamente maciços ou alveolados.
- b) Betão polímero – O betão polímero utiliza uma distinta combinação de agregados de sílica e quartzo, ligados mediante resinas de poliéster estável. Uma cuidadosa mistura que dá como resultado um material com umas resistências mecânicas quatro vezes superiores às do betão convencional, propriedades que nos permitem reduzir consideravelmente a secção dos nossos prefabricados dotando-os de uma ligeireza infrequente entre os materiais pétreos. A leveza deste material facilita em grande escala a sua utilização e a sua reduzida percentagem de absorção de água garante uma estanquidade completa. A impermeabilidade é uma das propriedades importantes do betão polímero, algo que o converte num elemento inalterável perante os ciclos de gelo – degelo [6].
- c) Betão de agregado leve – Os agregados leves, quando usados no betão, permitem assegurar massas volúmicas substancialmente inferiores às do betão normal. Podem ter origem natural ou artificial. Geralmente os agregados leves de origem natural são rochas ígneas extrusivas ou vulcânicas, tais como a pedra-pomes. Dentro dos agregados artificiais, o que tem maior utilização é a argila expandida, que resulta duma mistura de argila com substâncias como a pirite ou a dolomite que lhe conferem uma maior expansibilidade. O outro agregado artificial também muito utilizado é o EPS (poliestireno expandido) [12].

- d) Betão celular – O betão celular obtém-se pela mistura cuidadosamente doseada de cal, cimento, areia de sílica, aditivos e água. No final da sua amassadura, adiciona-se pó de alumínio. Este provoca a libertação de gases dando origem à sua estrutura molecular característica. Este betão permite a criação de grandes painéis que podem atingir os 6m de comprimento.
- e) GRC – O Betão Reforçado com Fibra de Vidro (GRC), Glassfibre Reinforced Concrete, é um material compósito, constituído por uma matriz de cimento e agregados de pequenas dimensões, reforçada pela presença de fibras de vidro dispostas aleatoriamente na matriz de cimento. No betão, quando sujeito a esforços de tração, a presença das fibras permite retardar o aparecimento de fissuras e ampliar a resistência da matriz após a sua fissuração. Deste modo, o GRC apresenta uma boa capacidade de absorção de deformações e uma considerável resistência a esforços de tração, flexão e impacto. O betão GRC é muito utilizado em painéis de fachada, devido à possibilidade de produção de elementos de reduzida espessura e grandes dimensões [13].

O betão é um material de revestimento interessante, pois permite uma vasta gama de cores, e diferentes tipos de acabamentos e texturas. Uma vantagem da utilização dos painéis de GRC é que permite a utilização de formas de geometria complexas, evitando assim a monotonia na utilização de apenas painéis rectangulares.

Em termos de utilização, os betões mais utilizados são o polímero e o GRC. O betão polímero porque para além de apresentar melhores características de durabilidade, apresenta diversidade de soluções em termos de acabamento, apresentando estéticas agradáveis. O betão GRC permite maior versatilidade de formas e a execução de painéis de maiores dimensões em relação ao polímero.

O quadro seguinte (Quadro 2.1) apresenta as soluções mais comuns de painéis e os sistemas de fixação utilizados.

Quadro 2.1 – Soluções de painéis de betão e sistemas de fixação utilizados

Composição	Forma	Fixação
Betão Tradicional	- Painel Simples - Painel Alveolar	Ancoragem por cavilhas Ancoragem por grampos Ancoragem linear Ancoragem no tardoz
Polímero	- Painel Simples	
Betão Leve	- Painel Simples - Painel Nervurado	
GRC	- Painel Simples - Painel Nervurado	Ancoragem por cavilhas Ancoragem no tardoz
	- Painel “stud-frame”	Ancoragem no tardoz

Os sistemas de fixação são semelhantes aos apresentados para o revestimento com pedra natural, não havendo a necessidade de efetuar uma nova descrição. Na figura 2.9 estão representadas as soluções típicas de painéis de betão, de acordo com o quadro anterior (Quadro 2.1).

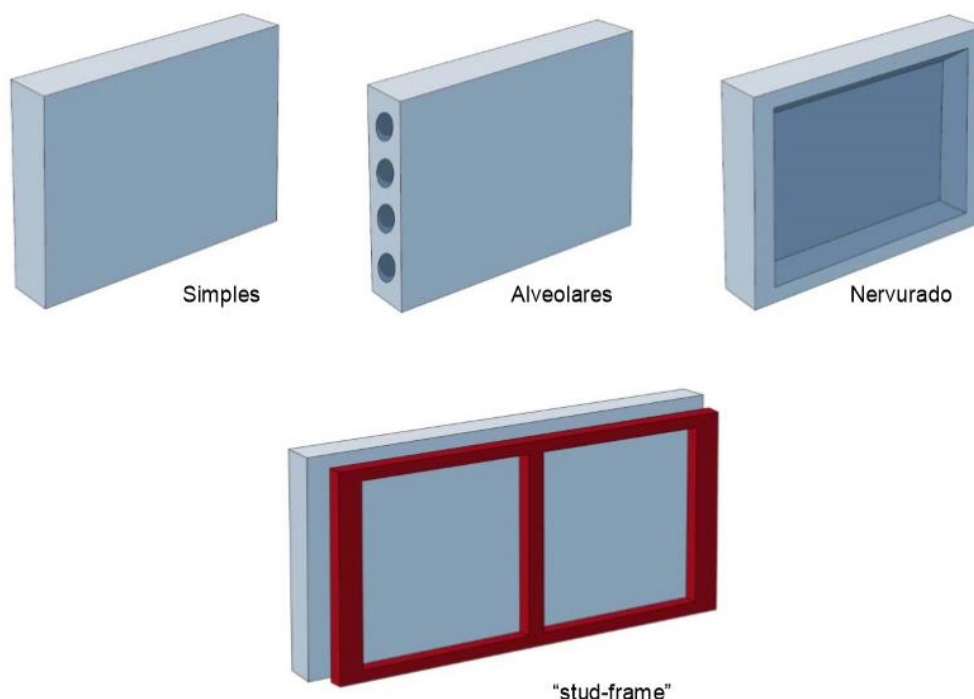


Fig. 2.9 – Formas para as placas de betão [2]

2.3.2.3. Placas de Naturocimento

O naturocimento surge como resposta às preocupações ecológicas globais, apoiadas numa tecnologia de vanguarda e coerente com as políticas de desenvolvimento sustentável, pois exige um baixo consumo de recursos naturais. Os painéis em naturocimento fazem parte da nova geração de painéis sílico-calcários reforçados com fibras mineralizadas de celulose. Apresentam-se como um material isento de amianto, sendo constituídos por cimento, fibras de reforço, fibras de celulose, sílica amorfa, aditivo e água. O naturocimento é um produto impermeável, incombustível e imputrescível, resistente a compressão, elevada durabilidade, resistente à corrosão entre outras. O Naturocimento necessita de pouca manutenção, sendo desta forma um tipo de acabamento muito vantajoso para as fachadas ventiladas [14].

Em termos de características estéticas, os painéis de naturocimento podem ser coloridos e apresentar diferentes texturas, tais como, a textura lisa, a textura areada e a imitar madeira [15].

Existem dois modos distintos de realizar a coloração. A primeira hipótese consiste em efetuar a coloração em fresco, mediante a projeção de pigmentos metálicos sobre a camada superior e acabamento com pintura final. Assim garante-se uma coloração uniforme e duradoura. Nesta solução é possível criar uma imitação quase perfeita da madeira natural. A outra hipótese consiste na coloração da própria massa do painel.

O naturocimento é um material mais versátil que o betão, podendo ser utilizado em painéis planos, curvos, perfilados e até em forma de lâmina. Contudo as formas mais utilizadas de elementos de revestimento são os painéis rectangulares, as lâminas imitando madeira e as soluções perfiladas que têm uma maior utilização em coberturas, mas podendo também ser utilizadas em fachadas.

2.3.2.4. Placas de Metal

O metal é um material já com uma grande aplicabilidade ao longo da história, especialmente na execução de coberturas. Com o aparecimento dos revestimentos de fachada fixados mecanicamente, a grande maleabilidade e a plasticidade dos elementos metálicos, este material torna-se assim um aliado e com grande aplicabilidade. Os metais mais utilizados para o revestimento da fachada são:

- Aço inoxidável;
- Alumínio;
- Cobre;
- Zinco;
- Titânio;
- Liga titânio-zinco.

O cobre é um material que pode ser utilizado em coberturas e revestimentos, este fixa-se com facilidade de forma mecânica ou manual, na obra ou na oficina, de forma a se adaptar a qualquer forma incluindo curvas e remates complexos. É um metal de reduzida espessura e muito maleável com grande aptidão para obter juntas muito finas, permitindo que revestimentos de grandes dimensões e de diferentes formas geométricas sejam executados com grande qualidade e pareçam superfícies contínuas [16].

O zinco é um material muito popular e isto deve-se à sua durabilidade, isenção de manutenção e a possibilidade de apresentar formas complicadas. Esteticamente é um material neutro que se harmoniza bem com outros materiais usados na construção civil. Outra qualidade deste metal é que satisfaz todas as exigências ecológicas dos tempos atuais [17].

O aço inoxidável é um material que tem como principal vantagem a resistência à corrosão.

O alumínio está disponível em variadas cores e acabamentos, permitindo criar estéticas variadas. É um material leve, resistente e durável. A sua maleabilidade é a característica que concede aos painéis deste material uma grande facilidade de configuração e agilidade de montagem (Figura 2.10).



Fig. 2.10 – Fachada ventilada revestida a compósito de alumínio [18]

A característica mais significativa do metal como material de revestimento é a sua plasticidade aquando da sua moldagem. Esta propriedade permite criar uma infinidade de formas desde painéis lisos, estampados, perfurados, perfilados ou de superfícies curvas.

Como acabamento de painéis simples (uma única camada de metal) podem-se ter desde superfícies baças até espelhadas. Todavia, nestas últimas deve-se ter especial cuidado com o reflexo do Sol, pois poderá perturbar os edifícios à sua volta.

Os painéis estampados são soluções muito atraentes quando se pretende um acabamento diferente do mais habitual como o liso, havendo variadas formas e padrões. Estes painéis apresentam pequenas espessuras e dimensões que podem ser as mais variadas.

Os revestimentos metálicos podem também ser perfurados de três formas distintas criando: painéis furados, em grelha ou em malha. As soluções em painéis furados ou em grelha podem apresentar diferentes formas de furação como redondas ou outra qualquer forma geométrica, com espessuras superiores aos painéis estampados porque os furos reduzem a sua resistência (Figura 2.11 e 2.12). As malhas podem apresentar espessuras variadas desde 3 mm até 35 mm, dependendo do seu desenho.

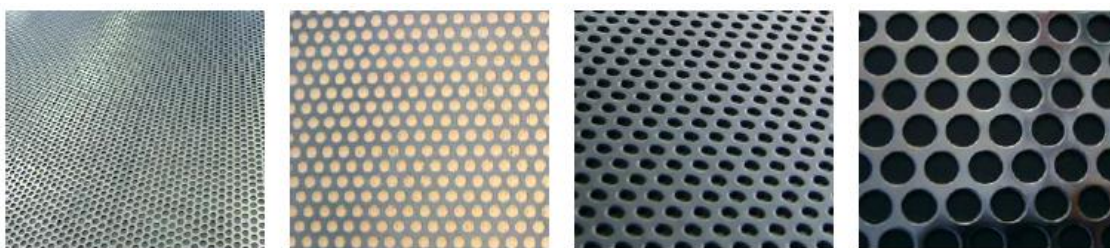


Fig. 2.11 – Painéis metálicos furados [19]

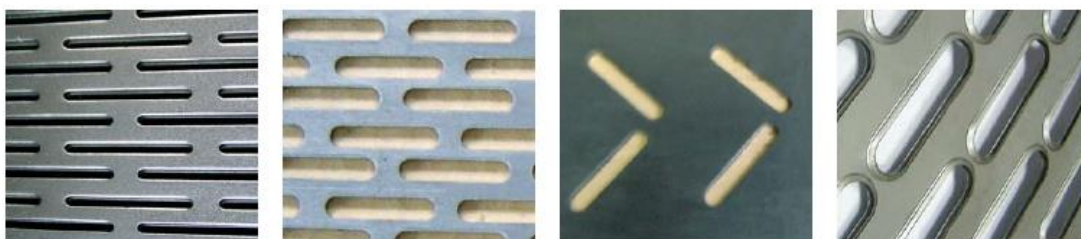


Fig. 2.12 – Painéis metálicos em grelha [19]

A grande desvantagem da aplicação deste tipo de superfícies é o fraco desempenho em termos de estanquidade à água quando utilizadas numa fachada ventilada. Este aspecto pode ser melhorado para os painéis furados ou em malha se possuírem uma concepção adequada, em que as pequenas aberturas nos painéis sejam auto-protegidas evitando a entrada da água.

Outro tipo de painéis também muito utilizados são os painéis perfilados (Figura 2.13), com uma utilização mais vincada em edifícios industriais. Estes painéis são utilizados por questões estéticas mas, contudo se aplicados em superfícies inclinadas e com a orientação correta, podem ser bastante interessantes para o escoamento das águas da chuva.

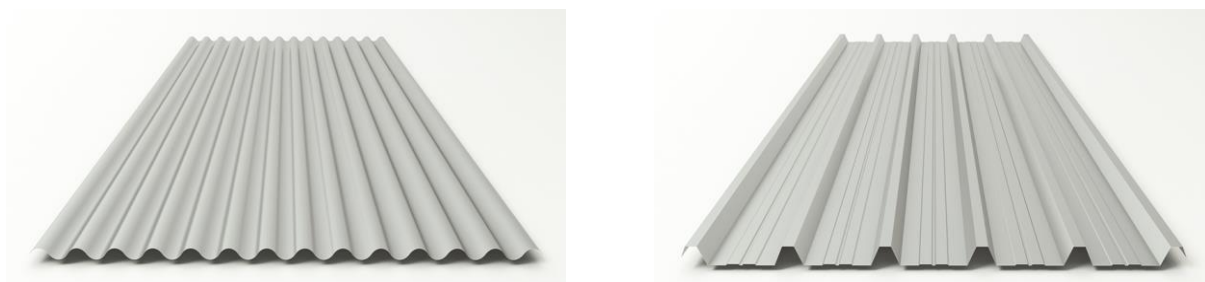


Fig. 2.13 – Painéis metálicos perfilados com e sem arestas [20]

As formas e os acabamentos que foram apresentados orientam-se essencialmente para a estética da fachada. No entanto, devido a novos conhecimentos tecnológicos, surgiram novas soluções com o objectivo de reduzir o peso dos painéis sem reduzir a sua capacidade de rigidez, de forma a evitar deformações exageradas. As soluções são o painel tricamada e o painel em favo.

A forma utilizada no painel tricamada de reduzir o peso próprio foi através da introdução de um núcleo mineral ou em polietileno, pois estes materiais apresentam pesos volúnicos muito inferiores ao metal. As espessuras são semelhantes às soluções simples totalmente em metal, entre os 3 e os 5 mm (Figura 2.14).

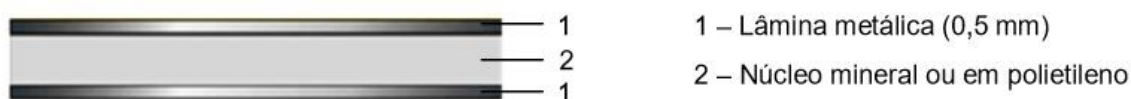


Fig. 2.14 – Painel metálico tricamada [21]

O painel em favo é uma solução em tudo semelhante ao painel tricamada, sendo a única diferença entre ambos a constituição do núcleo entre os dois revestimentos metálicos (Figura 2.15). Este painel, em vez de estar completamente preenchido por um material de reduzido peso volúmico, tem uma estrutura metálica em forma de favo. Esta solução produz um grande número de vazios no interior do painel, tornando-o muito leve, e a forma em favo confere-lhe rigidez. O material utilizado para esta solução de painéis é o alumínio devido à sua grande plasticidade na realização da estrutura em favo. No entanto, as espessuras desta solução são superiores à anterior, podendo situar-se entre os 6 mm até 25 mm.

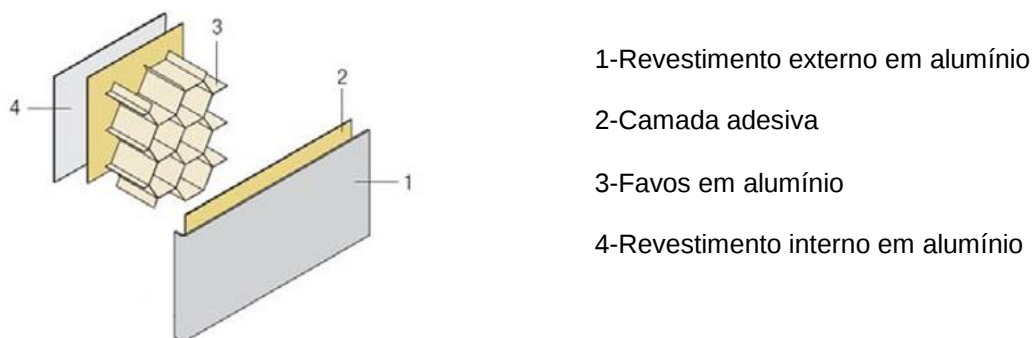


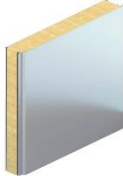
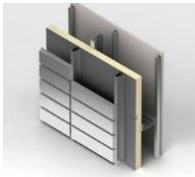
Fig. 2.15 – Painéis metálicos com estrutura em favo [22]

Existe ainda uma última solução passível de ser aplicada aos painéis simples, painéis tricamada e ao painel em favo que é o sistema *Cassette*. Este sistema consiste na criação de uma nervura através da dobra dos bordos do painel. Esta nervura tem duas funções essenciais no comportamento do painel, aumenta a sua rigidez e permite o encobrimento do sistema de fixação.

Em relação aos sistemas de fixação existe uma metodologia que é igual para todas as formas dos painéis, isto é, quer seja painel simples, painel tricamada, painel em favo, painel *Cassette*, painel perfilado ou painel perfurado. Esta metodologia é a fixação por parafusos, rebites ou pregos. Os sistemas de fixação por moldura ou encaixe vão variando um pouco em relação á forma do painel que se pretende fixar.

O quadro 2.2 demonstra os sistemas de fixação utilizados nas diferentes soluções enunciadas anteriormente.

Quadro 2.2 – Formas e fixações para revestimentos metálicos

Forma	Sistema de fixação
Painel Simples 	• Fixação por parafusos, rebites ou pregos • Moldura • Sistema de encaixe
Painel Tricamada 	
Painel em Favo 	
Painel Cassette 	• Fixação por parafusos, rebites ou pregos • Sistema de encaixe
Painel Perfilado 	• Fixação por parafusos, rebites ou pregos
Painel Perfurado 	

Uma vez que o metal já é um material muito utilizado nas proteções solares, a sua generalização para a restante fachada foi só uma questão de tempo. A fusão entre a fachada ventilada e as proteções solares é uma solução muito do gosto dos arquitetos, criando um revestimento contínuo sem a interrupção das aberturas como as janelas. A grande inovação nestes sistemas é a possibilidade das lâminas poderem ser móveis, isto é, podendo estar abertas no Verão e fechadas em dias de chuva e vento.

As soluções mais aplicadas e as suas formas de fixação estão presentes no quadro 2.3.

Quadro 2.3 - Formas e fixações para revestimentos metálicos em lâmina

Forma	Sistema de Fixação
Lâmina Simples 	• Fixação por parafusos • Fixação por encaixe • Fixação para lâminas fixas • Fixação para lâminas móveis
Lâmina em Z 	• Fixação para lâminas fixas • Fixação para lâminas móveis
Lâmina aerodinâmica 	

2.3.2.5. Placas Cerâmicas

Os ladrilhos cerâmicos são uma solução de revestimento com bastante tradição em Portugal. Este tipo de solução de revestimento de fachada apresenta-se vantajosa em termos técnico, económico e estético. Com o aumento da utilização das fachadas com fixação mecânica, a implementação dos cerâmicos neste tipo de fachadas foi um passo natural (Figura 2.16).

Existem dois métodos de fabrico associados aos revestimentos cerâmicos: a extrusão e a prensagem a seco. A cerâmica extrudida é conformada no estado plástico por uma extrusora, sendo a coluna obtida cortada em peças de dimensões pré-determinadas. Os cerâmicos obtidos por este processo são: o grés extrudido, o *Klinker*, a Terracota e a tijoleira rústica. No que diz respeito à prensagem a seco, estas são conformadas a partir de uma mistura finamente moída e prensadas em moldes. Por este processo obtêm-se: o grés porcelânico, os revestimentos de monocozedura e o azulejo [23].

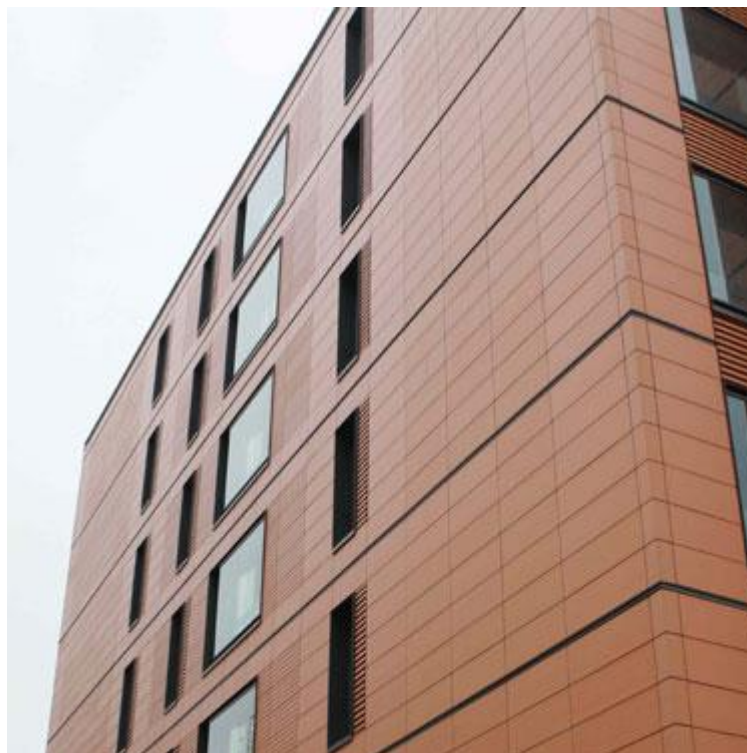


Fig. 2.16 – Fachada ventilada revestida com placas cerâmicas [24]

Os ladrilhos são elementos de revestimento cerâmico que apresentam reduzidas dimensões, contudo existem novas soluções no mercado internacional onde se desenvolvem cerâmicos em formas de régua ou lâmina, para fachadas ventiladas ou proteções solares, podendo a sua fixação ser fixa ou móvel, à semelhança de algumas soluções em metal.

As fixações mais utilizadas para este tipo de material são a ancoragem por grampos, linear ou por sistemas de encaixe. Estas fixações são aplicáveis tanto a ladrilhos como a lâminas cerâmicas.

2.3.2.6. Painéis Fenólicos

Os fenólicos são produtos de avanços tecnológicos, cuja área de aplicação é cada vez mais alargada. São painéis elaborados a partir de resinas termo-endurecidas, homogeneamente reforçadas com fibras de madeira. Por ações combinadas de pressão e temperatura, é originado um produto homogéneo, sem porosidades, plano, regular, resistente a raios UV, humidade e condições atmosféricas adversas. Estes, também são indiferentes à oxidação, à corrosão e resistentes à sujidade, apresentando ainda uma estabilidade de cor. Os painéis fenólicos podem apresentar grandes dimensões e são de forma plana e retangular. Estes painéis são constituídos essencialmente pelas seguintes três partes (Figura 2.17) [26]:

1. Película protetora – película (*overlay*) impregnada em resina melamínica;
2. Folha decorativa – composta por uma folha de papel com o desenho pretendido ou folha de madeira natural que é impregnada em resina melamínica, dotando-a assim de elevada resistência à abrasão;
3. Núcleo – composto por folhas de papel *kraft* impregnadas com resinas fenólicas para o dotar com estabilidade e rigidez.

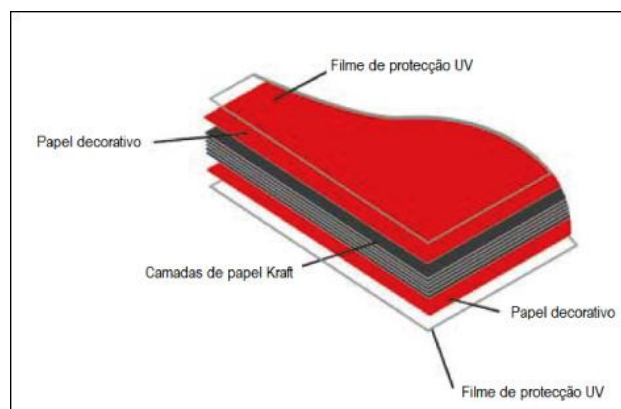


Fig. 2.17 – Constituição dum painel fenólico [25]

As espessuras dos painéis fenólicos podem variar entre espessuras superiores a 6 mm e inferiores a 20 mm. A variedade de cores e a não limitação nos padrões, texturas e imagens impressas são fatores que marcam a distinção nesta solução. Podem ser cores lisas, com texturas, folhas de madeira ou até imagens impressas na película. Apesar desta enorme versatilidade, a durabilidade destes painéis pode ser facilmente comprometida se existir uma elevada exposição solar, pois as cores são muito sensíveis à radiação ultravioleta, degradando-se rapidamente.

As formas de fixação utilizadas são as presentes no seguinte quadro (Quadro 2.4).

Quadro 2.4 – Sistema de fixação para revestimentos fenólicos

Sistema de Fixação	
Fixação por rebites ou parafusos (visível ou oculta)	
Ancoragem no tardo	
Ancoragem por grampos	

2.3.2.7. Painéis de Madeira

A aplicação de madeira em fachada divide-se em dois grupos: madeira maciça e derivados de madeira. As madeiras maciças aplicadas em fachada são designadas de madeiras modificadas, pois são tratadas e manuseadas de forma a adquirir propriedades que permitam resistir aos agentes exteriores, mantendo-se inalteradas mesmo em condições climatéricas adversas, sem necessitar de grande manutenção. Este processo de modificação consiste em submeter a madeira em bruto a elevadas temperaturas para que a maior parte da humidade desapareça e a torne mais resistente. Por exemplo, o Pinho Nórdico é tratado termicamente (thermowood) a 212 °C – Thermo D, sem adição de produtos químicos, 100% ecológico, e é proveniente de florestas sustentadas da Europa Norte. A utilização da madeira maciça é um pouco limitada uma vez que a dimensão dos painéis está condicionada pelo tamanho dos troncos, podendo ser de dimensões reduzidas, como escamas ou outras formas geométricas, ou em ripado, solução tradicional (Figura 2.18) [27].

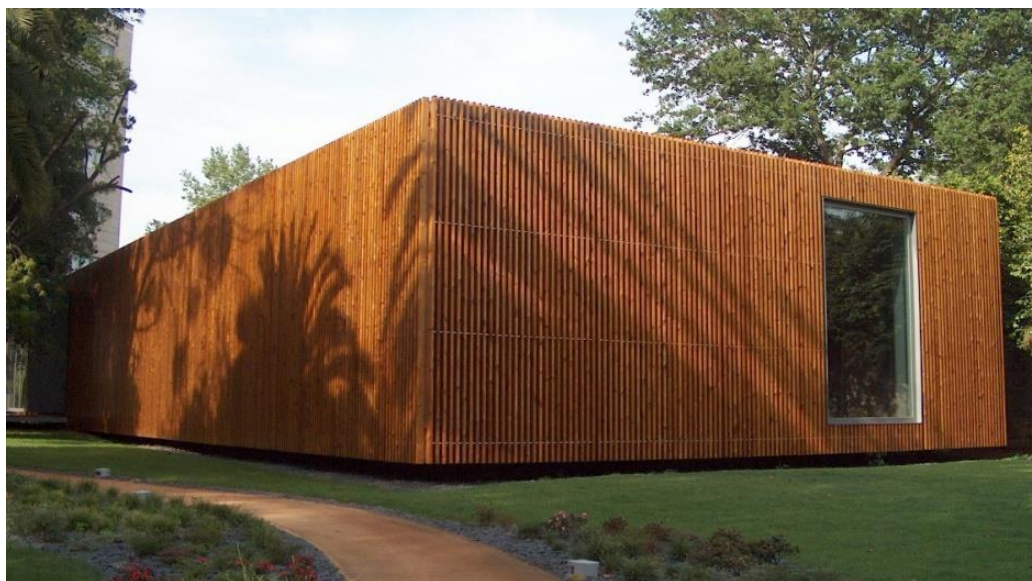


Fig. 2.18 – Fachada revestida em madeira [27]

Os derivados de madeira aplicáveis em fachada são os contraplacados, painéis aglomerados, OSB (Oriented Strand Board), MDF (Medium Density Fiberboard), placas de elevada densidade e painéis de partículas de madeira aglutinadas com cimento.

Os painéis de contraplacado são formados por camadas de madeira contrafiadas, com as fibras geralmente formando ângulos de 90° entre as distintas camadas.

Os painéis aglomerados caracterizam-se pela transformação da madeira em pequenas partículas que secas e misturadas com resina sintética termofixa e distribuídas aleatoriamente entre si, são ajustadas sob calor e pressão gerando um painel.

O OSB (*Oriented Strand Board* - aglomerado de partículas de madeira longas e orientadas) é constituído por lâminas de madeira de resinosas, unidas com uma resina sintética. Nas camadas exteriores as partículas estão orientadas longitudinalmente em relação ao comprimento da placa, na camada interior estão dispostas perpendicularmente a essa dimensão [28].

O MDF (Medium Density Fiberboard - painel de fibras de média densidade) é formado por aglutinação das fibras de madeira com resinas sintéticas, em processo seco. Este painel apresenta uma superfície lisa, compacta e homogênea. A densidade é variável (610 a 850 kg/m³) em função da espessura. Este material apresenta maior homogeneidade que o aglomerado de partículas, em toda a

espessura da placa, o que lhe confere maior estabilidade dimensional face a variações de humidade relativa do ar [29].

As placas de elevada densidade (HDF) são caracterizadas por ter uma densidade entre 800 e 1000 kg/m³. As fibras podem ser aglutinadas com uma cola a seco, ou apenas prensadas num processo húmido. As fibras mais utilizadas são as de madeira de pinho, de eucalipto, de choupo e, frequentemente, utilizam-se igualmente resíduos vários de outros materiais [30].

Os painéis de partículas de madeira aglutinadas com cimento (painéis Viroc®). Um material compósito, constituído por uma mistura de partículas de madeira e cimento comprimido e seco. A sua aparência não é homogênea, sendo uma característica natural do produto, apresentando manchas de diversas tonalidades.

Os painéis devem ser protegidos com tinta ou verniz. Antes de aplicar verniz sobre os painéis, as superfícies devem estar totalmente limpas e secas, sem gorduras, pó ou sais superficiais. A limpeza das superfícies deve ser realizada através de um polimento com disco de limpeza. A primeira demão deve cobrir ambos os lados e os bordos do painel. As restantes demãos só são necessárias na superfície e bordos expostos.

As soluções de revestimento e sua fixação estão presentes no quadro (Quadro 2.5).

Quadro 2.5 – Sistema de fixação para revestimentos de madeira

Composição	Dimensões	Fixação
• Madeira modificada	Réguas (reduzidas dimensões)	Fixação por parafusos, pregos ou rebites
• Contraplacado • Aglomerados • OSB, MDF, HDF • Viroc	Grandes dimensões	

2.3.2.8. Painéis de Vidro

A preferência por fachadas em vidro para a recuperação de edifícios em que não haja a necessidade de manter a fachada original é bastante interessante. Este sistema deve ter em consideração a limpeza do vidro pelo lado interior, garantindo o seu acesso através das aberturas ou pela criação de uma galeria técnica no espaço da caixa-de-ar (Figura 2.19).

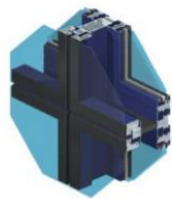
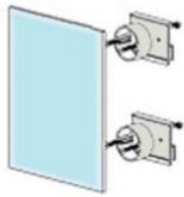
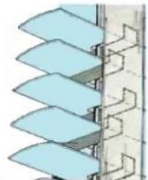
Os vidros que se utilizam neste tipo de fachadas são os vidros impressos, refletivos, temperados, laminados e aramados. Aplicar de vidro duplo não faz o mínimo de sentido uma vez que não traz vantagens térmicas ou acústicas. Os vidros podem ser planos, ondulados segundo a forma rectangular ou em lâmina [31].



Fig. 2.19 – Fachada revestida em vidro [33]

Os sistemas de fixação são os presentes no quadro (Quadro 2.6), sendo que a fixação para lâminas apenas se aplica a elementos em forma de lâmina, como o nome indica.

Quadro 2.6 – Sistema de fixação para revestimentos em vidro

Sistema de fixação	
Caixilharia	
Ancoragem no tardo	
Fixação para lâminas fixas ou móveis	

2.3.2.9. Painéis de Plástico

O plástico é um material mais versátil que o vidro, ou seja, permite uma maior liberdade em termos de formas. Contudo, esteticamente não é tão apreciável. Por esta razão é um material pouco utilizado, especialmente no que a edifícios habitacionais diz respeito (Figura 2.20).

Os plásticos podem ser classificados nas seguintes categorias [32]:

- Termoplásticos – são polímeros artificiais que a uma dada temperatura apresentam alta viscosidade podendo ser conformados e moldados;
- Elastómeros – são polímeros, que na temperatura ambiente podem ser alongados até duas ou mais vezes o seu comprimento e retornam rapidamente ao seu comprimento original ao se retirar a pressão;
- Termoendurecidos – são polímeros artificiais, cuja rigidez não se altera com a temperatura, diferente dos termoplásticos que amolecem e fundem-se.

O tipo de plástico mais utilizado é policarbonato que pertence à classe dos termoplásticos. Os plásticos podem ser planos, ondulados segundo a forma rectangular ou em lâmina. Podendo ainda ser opacos ou transparentes. Em termos de fixação são utilizadas as mesmas que se usam para o vidro, ou sejam, caixilharia, ancoragem no tardo e fixação para lâminas fixas ou móveis, onde se acrescenta a fixação através de parafusos.



Fig. 2.20 – Fachada revestida em policarbonato transparente [34]

2.3.2.10. Painéis Fotovoltaicos

Uma vez que os edifícios têm a necessidade de serem auto-sustentáveis, surge nos dias de hoje este sistema de fachada em que se utiliza os painéis fotovoltaicos como material de revestimento (Figura 2.21). Ainda se encontra em estudo e desenvolvimento, contudo já existem alguns edifícios protótipos de forma a avaliar o desempenho desta solução. Um dos aspetos que se tem desenvolvido é a capacidade destes painéis não só captarem a radiação que incide diretamente como também a que incide indiretamente, aumentando assim o rendimento destes painéis.



Fig. 2.21 – Fachada revestida com painéis fotovoltaicos [36]

A fachada ventilada com este sistema de revestimento apresenta as seguintes vantagens [37]:

- Produção eléctrica;
- Economia de energia devido ao isolamento térmico;
- Eliminação das pontes térmicas;
- Aumento do conforto térmico;
- Redução da contaminação acústica;
- Proteção da fachada e do terraço do edifício;
- Maior produção de energia em condições de baixa luminosidade assim como em condições de altas temperaturas;
- Design atrativo e inovador.

2.3.3. SISTEMAS DE FIXAÇÃO

A fachada com revestimentos não aderentes está diretamente relacionada com a utilização de uma fixação mecânica, ou seja, neste tipo de fachadas os revestimentos não são colados mas sim fixados através de parafusos, pregos, cavilhas, encaixes entre outros. Esta fixação mecânica dos revestimentos pode ser feita diretamente ao suporte ou por intermédio de uma subestrutura para intermediar a fixação. A fixação sem recorrer a uma estrutura aplica-se sobretudo em ancoragens por cavilhas e algumas soluções de ancoragem no tardo. Todos os outros métodos de fixação são aplicados por intermédio de uma subestrutura que pode ser de aço inoxidável ou em madeira, sendo a primeira mais utilizada uma vez que é mais durável e resiste melhor aos agentes exteriores. A estrutura é composta pelos seguintes elementos:

- Perfis verticais – são geralmente em alumínio ou aço inoxidável, ancorados no elemento de suporte;
- Perfis horizontais – são geralmente em alumínio ou aço inoxidável, onde os painéis de revestimento são fixados através de dispositivos de fixação;
- Complementos – dispositivos de fixação, de remate, etc.

A maior parte dos sistemas de fixação para este tipo de fachadas baseiam-se em estruturas portantes de perfis de alumínio verticais fixos à parede e ligados mecanicamente a perfis horizontais de alumínio,

aos quais se unem os encaixes que seguram as peças de revestimento. Através da forma como se ligam os painéis de revestimento à estrutura de suporte é possível diferenciar dois tipos de sistemas de fixação: sistemas de encaixe visível e sistemas de encaixe invisível [6].

Nos sistemas de encaixe visível, a fixação das peças de revestimento à estrutura de suporte é realizada através de grampos visíveis protegidos contra a corrosão. Os sistemas de encaixe visível são uma solução económica, versátil e flexível em obra, pois a peça de revestimento não necessita de vir acoplada a algum tipo de dispositivo de ligação, tal como acontece nos sistemas de encaixe invisível. Nestes sistemas, tem de se aplicar previamente na peça de revestimento, um dispositivo que permita a sua fixação à estrutura (o grampo de sustentação). É recomendável a utilização de um encaixe roscado, pois é o que garante maior estabilidade.

De seguida será feita a descrição dos sistemas de fixação utilizados para fixar os revestimentos descritos no subcapítulo anterior.

a) Ancoragem por cavilas ou discos

Este tipo de ancoragem tem a sua aplicação orientada para painéis de dimensões até cerca de 1 metro. Uma cavilha é semelhante a um prego em que o suporte é garantido pela resistência transversal ao corte. Se for aplicada em juntas horizontais a sua função é resistir aos esforços horizontais, mas se for aplicada em juntas verticais também deve resistir ao peso próprio dos painéis de revestimento. A cavilha está ligada a um perno que por sua vez é ajustado a alças ou cantoneiras que estão aparafusadas ou chumbadas à estrutura de suporte. Os pernos permitem o ajuste nas três direções para que se obtenha um correto alinhamento das placas de revestimento na fachada (Figura 2.22). A única diferença na ancoragem com discos está relacionada com o suporte para as ações horizontais que é feita por um disco mais resistente aos esforços do vento e atividades sistemas, permitindo assim a fixação de soluções de revestimento mais pesadas (Figura 2.23) [9].

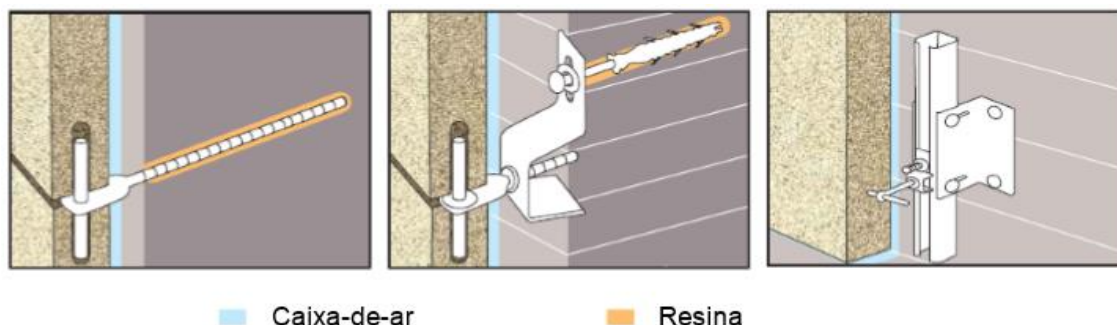


Fig. 2.22 - Ancoragens por cavilhas em juntas horizontais (duas à esq.) e verticais (dir.) [38]

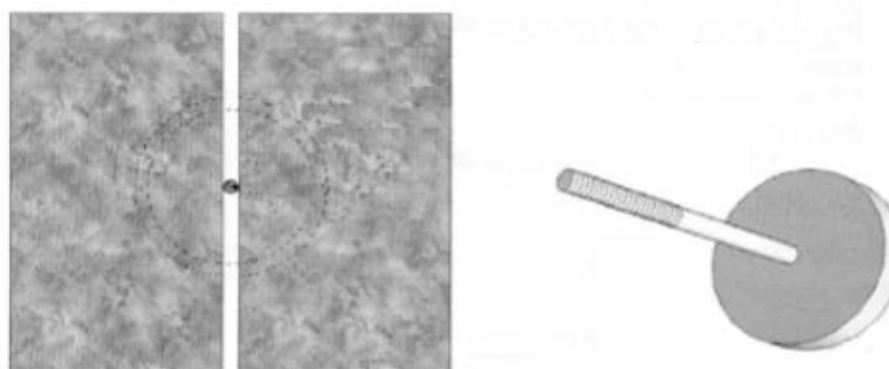


Fig. 2.23 – Ancoragem por discos [9]

b) Ancoragem por grampos

Um grampo é uma peça metálica no qual é pousado o revestimento, suportando o peso próprio do painel de revestimento e fixando-o à fachada. Esta solução permite tanto a colocação do revestimento com juntas de topo como em forma de escama. É uma solução tipicamente com o encaixe à vista, podendo haver em soluções muito específicas uma cavidade na placa que permita a sua ocultação (Figura 2.24). Aplica-se tanto para revestimentos leves como para revestimentos pesados, contudo, neste ultimo, seja necessária alguma preocupação [6].



Fig. 2.24 - Ancoragem por grampos com e sem sobreposição [6]

c) Ancoragem linear

As ancoragens designam-se por lineares quando a transmissão das forças nos apoios é realizada ao longo de um comprimento suficientemente grande quando comparado com a espessura das placas. A fixação das placas à estrutura de apoio é obtida por intermédio da inserção de perfis metálicos ao longo de um de um rasgo realizado a meia espessura das placas. Os rasgos ou entalhes são realizados centralmente, na espessura da placa, em dois bordos opostos, ficando as placas simplesmente apoiadas para as ações horizontais. Este sistema aplica-se a revestimentos pesados e com espessura suficiente para a existência de um entalhe onde encaixa a ancoragem. A ancoragem linear é uma fixação com encaixe invisível (Figura 2.25) [9].



Fig. 2.25 – Ancoragem linear [6]

d) Ancoragem no tardo

A ancoragem no tardo é a solução de fixação com maior diversidade de sistemas, variando consoante o revestimento a suportar. Quando se trata de revestimentos leves, a solução de fixação consiste na utilização de pernos ajustáveis que exercem uma pressão radial contra as paredes de furação amarrando assim as placas de forma eficaz (Figura 2.26). Para os revestimentos pesados, a fixação é feita através da suspensão dos painéis com um perfil em que os pernos se encontram encastrados do revestimento (Figura 2.27). Esta solução é complementada pela inclusão de pernos que para além de resistirem às ações horizontais também criam uma caixa-de-ar [9].

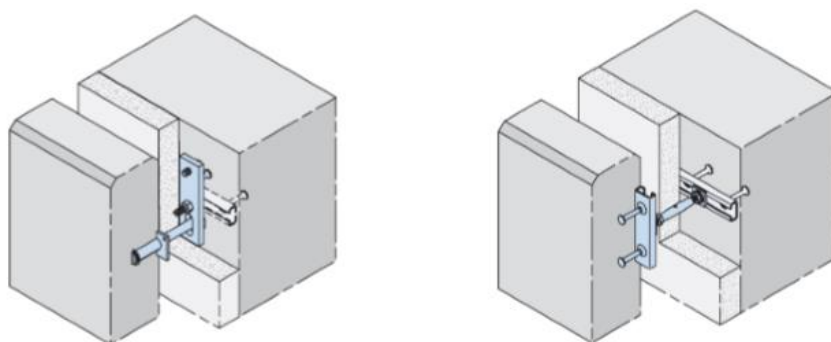


Fig. 2.26 – Ancoragem no tardo com pernos ajustáveis [39]

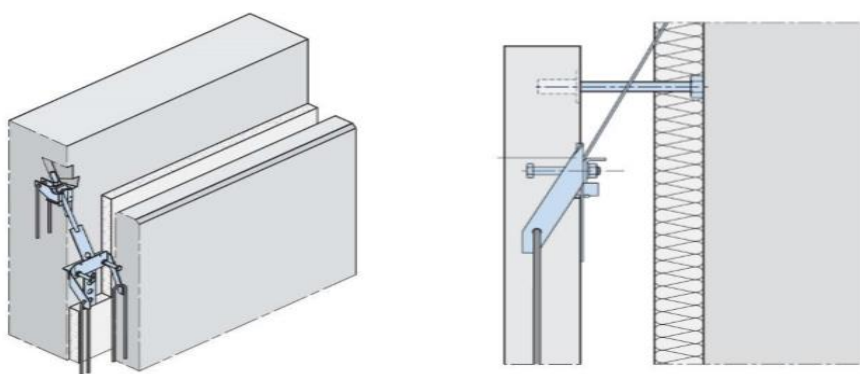


Fig. 2.27 – Ancoragem no tardo por sistema de suspensão [39]

Para além destas duas formas de fixação no tardo, existe ainda uma outra que é utilizada para revestimentos muito leves, como é o caso do plástico, do vidro, do metal e dos fenólicos. São sistemas de aperto de reduzidas dimensões que fixam os painéis sem originar grande impacto visual, revelando assim um especial interesse para os materiais que não são opacos como o vidro e o plástico (Figura 2.28).



Fig. 2.28 – Ancoragem no tardo por sistema de aperto [40]

Para materiais como a pedra ou o betão existe ainda uma solução que utiliza rasgos em vez de furos, onde são introduzidos ganchos de forma a permitir o posterior encaixe à estrutura metálica de suporte (Figura 2.29).



Fig. 2.29 – Ancoragem no tardo por ganchos [6]

e) Fixação por parafusos ou rebites

O parafuso é definido por um eixo com um sulco ou uma linha helicoidal na sua superfície, sendo fixado pela sua rotação num orifício. Um rebite consiste num cilindro com uma cabeça numa das extremidades, similar a um prego ou pino. A sua instalação é feita num orifício pré-perfurado, através do achatamento da outra ponta, quando a espiga preenche o orifício, prendendo o rebite à estrutura. Este último para a sua colocação necessita de ter acesso aos extremos do orifício, para o seu posicionamento e posterior achatamento [2].

A estrutura de fixação pode ser de dois tipos de materiais, madeira ou metálica. Se a estrutura for de madeira, a fixação é feita com parafusos, se for metálica pode-se utilizar tanto os parafusos como os rebites. A figura seguinte apresenta uma estrutura de fixação com os dois materiais possíveis (Figura 2.30).

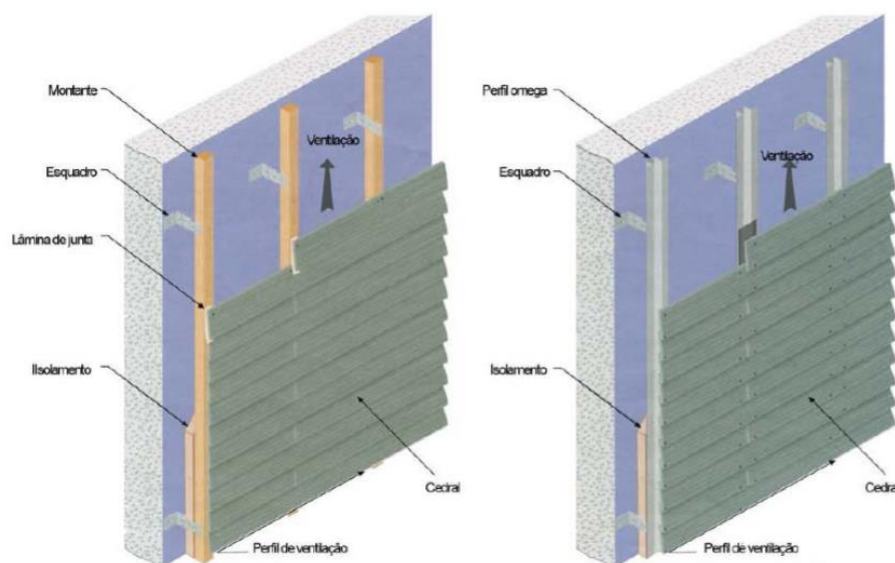


Fig. 2.30 – Ripado de madeira fixada por parafusos ou rebites [2]

f) Moldura ou caixilharia

A fixação por moldura é um sistema de fixação com maior utilização no vidro e em algumas soluções com revestimento em metal. A fixação é feita através da pressão exercida por dois perfis que se encontram ligados por um parafuso. A interface entre a moldura e o revestimento é preenchida por silicone. Este é um sistema que prima pela sua capacidade estanque (Figura 2.31). Contudo existe uma alternativa onde a fixação dos painéis metálicos é feita apenas nas juntas verticais, permitindo a circulação de ar pelas juntas horizontais [2].

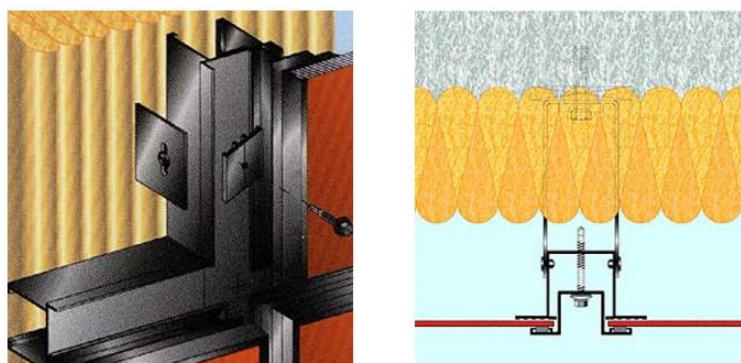


Fig. 2.31 – Sistema de moldura [6]

g) Sistema de encaixe

Os sistemas de encaixe são uma solução bastante interessante pois tornam a montagem das fachadas muito mais rápidas. Estes sistemas estão disponíveis para materiais como o metal e os cerâmicos. Estes painéis são dotados de nervuras no seu contorno ou no seu tardo de forma a permitirem o encaixe na estrutura de suporte existente (Figura 2.32). O sistema de encaixe tanto pode ser utilizado para painéis de dimensões variadas como para lâminas.

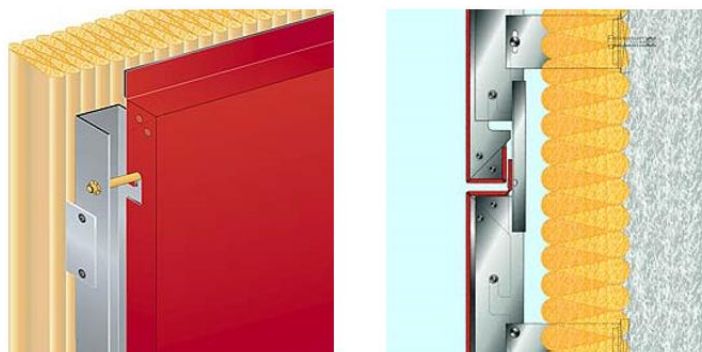


Fig. 2.32 – Sistema de encaixe para cassettes [6]

h) Fixação de lâminas fixas ou móveis

A fixação de lâminas tanto pode ser fixa como móvel, isto é, depende da intenção do arquiteto. Este sistema permite assim abrir ou fechar as lâminas, alterando assim as condições luminosidade ou melhorando a estanquidade. Se a opção do arquiteto passar por um sistema fixo há a possibilidade de o sistema ser o de encaixe. Contudo, se optar por ser móvel, os mecanismos já devem estar montados aquando da sua chegada a obra, faltando apenas a sua fixação na parede (Figura 2.33).

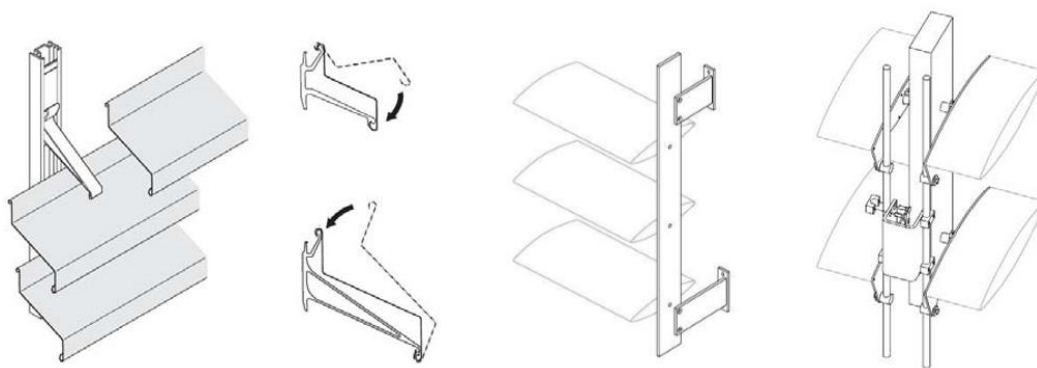


Fig. 2.33 – Lâminas simples fixadas por encaixe (esq.) e aerodinâmicas fixas e móveis (duas da dir.) [2]

2.3.4. PONTOS SINGULARES

Numa fachada com revestimento não aderente existem pormenores na sua construção que devem ser tidos em consideração para que esta apresente um bom funcionamento. Para existir ventilação na fachada é crucial que existam aberturas de entrada e saída de forma a permitirem a circulação deste. As aberturas ao nível do solo devem estar vedadas por uma rede de forma a impedir a entrada de insectos e roedores na caixa-de-ar. Na execução da platibanda é necessário dar especial atenção á sua inclinação impondo o escoamento das águas do exterior para o interior e o seu prolongamento para além da abertura de saída de ar, de forma a impedir a entrada de água da chuva para o interior desta. Em edifícios de alturas elevadas deve ser feita a compartimentação da caixa-de-ar de forma a evitar velocidades excessivas na circulação do ar na zona de ventilação. A compartimentação é feita por um perfil que deve apresentar uma inclinação de forma a permitir o escoamento da água para o exterior e deve ser prolongado para proteger a caixa-de-ar (Figura 2.34) [2].

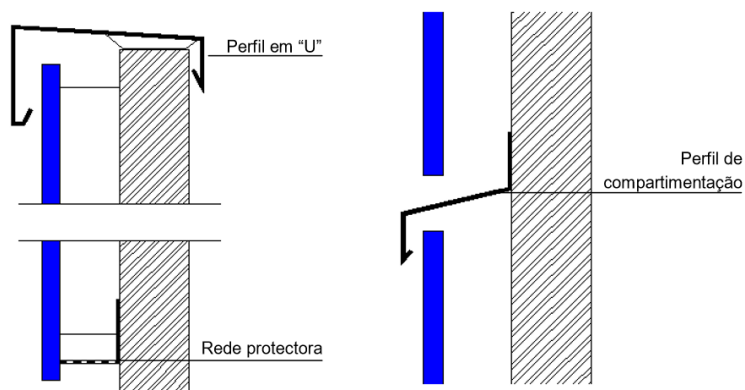


Fig. 2.34 – Pormenor da platibanda, abertura inferior (esq.) e compartimentação da caixa-de-ar (dir.) [2]

Os cunhais também são zonas que merecem atenção, pois estão muito expostos às intempéries, sendo importante uma boa concepção. Existem três soluções de cunhais: canto aberto, elemento de canto e perfil de canto. A solução de canto aberto é a pior solução pois não existe qualquer impedimento da entrada da água. A utilização de um elemento de canto é uma excelente solução, mas apenas é aplicável para alguns materiais e em formas arquitectónicas lineares. A utilização de perfil de canto apresenta três variantes: perfil exterior, intermédio e interior (Figura 2.35) [2].

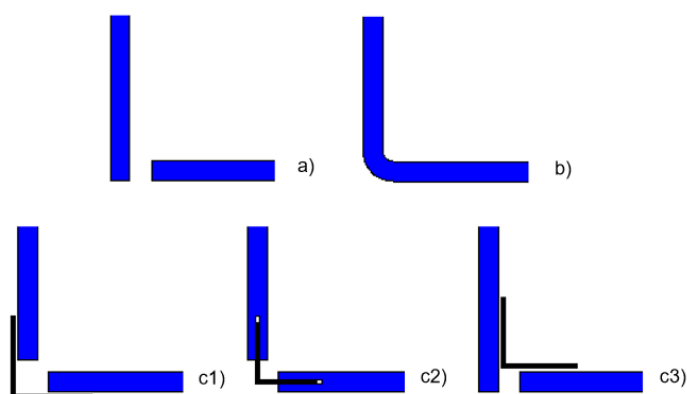


Fig. 2.35 – Pormenores de soluções de cunhais – a) Canto aberto; b) Elemento de canto; c) Perfil de canto [2]

Os parapeitos, à semelhança dos perfis de compartimentação, também devem ser inclinados para o exterior e prolongados de forma a proteger a junta debaixo do parapeito. Também é igualmente importante a forma da caixilharia e a existência de um desnível que em caso de má execução ou de uma chuvada excepcionalmente grande impeça a entrada de água (Figura 2.36) [2].

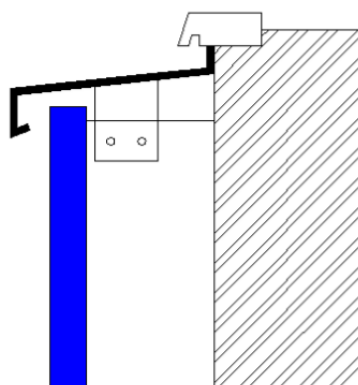


Fig. 2.36 – Pormenor do parapeito [2]

3

PATOLOGIAS EM FACHADAS COM REVESTIMENTO NÃO ADERENTE

3.1. INTRODUÇÃO

Num sistema de fachada com revestimento não aderente, a grande vantagem da sua utilização é a reduzida probabilidade de ocorrência de patologias face às fachadas de pano simples com reboco e às fachadas com parede dupla. As patologias mais frequentes neste tipo de sistemas são normalmente resultado de uma deficiente execução técnica ou de uma escolha de materiais imprópria tomada pelo projetista, podendo estas serem em termos estéticos como em termos de segurança. O revestimento é como se fosse a primeira “pele” de um edifício e por conseguinte é responsável pelo primeiro impacto dos agentes agressores, sendo bastante solicitado por movimentos de contrações e dilatações provocados pelas variações de temperatura no exterior.

Na concepção deste tipo de sistemas é fundamental conhecer o comportamento dos materiais de revestimento e dos sistemas de fixação face as condições existentes. Com a vasta gama de materiais que se pode utilizar torna-se útil conhecer as suas características, assim como qual o seu comportamento dentro do funcionamento do sistema. Pode-se referir por exemplo que a água pode ter uma elevada influência no peso próprio das placas de revestimento. Ou seja, em materiais que absorvem quantidades significativas de água, o peso próprio pode aumentar para valores muito mais elevados do que os previstos em projeto, comprometendo assim a sua resistência e estabilidade. Os revestimentos de fachada apresentam-se como um elemento funcional com papel bem definido num edifício, nomeadamente responsabilizar-se pela proteção e acabamento final. Entende-se que as funções de proteção estão associadas às exigências de durabilidade dos elementos estruturais, procurando proteger os elementos de isolamento, fixação e a estrutura de suporte dos agentes agressivos do exterior, evitando uma ação direta sobre estes. O revestimento deve, igualmente, assegurar estanquidade à água, proteção termo-acústica e funções de segurança, nomeadamente contra a ação do fogo. Por outro lado, o acabamento final está associado ao aspecto estético e à valorização económica do edifício e demais funções relacionadas com o uso do edifício [41].

Os principais agentes que atuam sobre as fachadas ventiladas são as forças e cargas de impacto, o fogo, o vento, a humidade, as poeiras, os animais, as plantas, os microrganismos, a temperatura ambiente, a radiação solar, a luz e a vibração. Alguns destes agentes combinados entre si potenciam uma maior degradação do revestimento.

Como principais agentes da degradação dos elementos que constituem estes sistemas distinguem-se [42]:

- Movimentações higroscópicas do revestimento e/ou da base;

- Movimentações térmicas do revestimento e/ou da base;
- Incidência de chuvas e ventos sobre as superfícies da fachada;
- Ação humana, uma vez que grande parte das patologias ocorrem devido a erros de construção, isto é, desprendimento e queda do revestimento, e não por comportamento defeituoso do material.

As patologias neste tipo de fachada podem ser divididas em três grupos distintos. O grupo das patologias associadas aos revestimentos, as patologias associadas aos sistemas de fixação e as patologias relacionadas com as paredes de suporte e isolamento térmico.

3.2. PATOLOGIAS ASSOCIADAS AO REVESTIMENTO

O revestimento de uma fachada é como se fosse a “pele” do edifício, ou seja, é a primeira barreira que separa o ambiente exterior do ambiente interior do edifício. É o revestimento que transmite para o utilizador se o edifício é esteticamente bonito ou não. Sendo a primeira barreira entre o exterior e o interior, o revestimento está sujeito a vários agressores, como foi mencionado anteriormente. Ao longo deste subcapítulo irão ser abordadas as inúmeras patologias a que este sistema de fachadas se encontra sujeitas.

a) Quebra Isolada das Placas de Revestimento

Consiste na quebra parcial ou total de placas isoladas situadas, preferencialmente, em zonas acessíveis da fachada (Figura 3.1). Contudo estas quebras podem também surgir nas zonas da placa onde é feita a fixação (Figura 3.2) [43].

As causas deste problema podem ser:

- Vandalismo;
- Choques ocasionais;
- Furação das placas inadequada;
- Desgaste.



Fig. 3.1 – Quebra de placas em zonas acessíveis [44]



Fig. 3.2 – Quebra de placas em zonas de fixação [43]

b) Eflorescências

As eflorescências são manchas que aparecem na superfície de determinados tipos de revestimentos, nomeadamente, nas placas de pedra e de cerâmica. A sua origem deve-se à dissolução dos sais constituintes do material ou das juntas e à sua posterior cristalização à superfície. Logo, quanto mais poroso for o material das placas de revestimento e quanto mais agressivo for o clima, maior é a propensão para o surgimento desta patologia. Uma má aplicação do hidrófugo nas placas de pedra natural pode também ser uma causa para a existência de eflorescências. Geralmente as eflorescências apresentam uma cor branca (Figura 3.3). Contudo, podem apresentar outras colorações dependendo da composição química dos sais que lhes dão origem. Esta patologia não coloca em causa a segurança/estabilidade da fachada, afetando principalmente o edifício em termos estéticos.



Fig. 3.3 – Eflorescências em fachada [45]

c) Aparecimento de fungos, musgos e outros agentes biológicos

Um outro problema frequente neste tipo de revestimentos (pedra natural e cerâmicos) é o aparecimento musgos, líquenes, fungos e outros agentes biológicos. Este problema deve-se à sujidade atmosférica que se vai depositando na superfície da fachada que posteriormente vai sendo transportada pelas águas das chuvas para o interior do revestimento. A sujidade juntamente com alguma humidade no revestimento leva ao desenvolvimento de microrganismos. Outros fatores que podem favorecer o aparecimento desta patologia são a orientação da fachada e a porosidade do material. Visualmente, esta patologia expressa-se pelo surgimento de manchas verdes (Figura 3.4).



Fig. 3.4 - Musgos, manchas de sujidade e de eflorescência na superfície de um revestimento de granito

d) Desprendimento das placas de revestimento

O desprendimento das placas de revestimento é a patologia mais preocupante neste sistema de fachada, uma vez que pode colocar em risco as pessoas ou bens (Figura 3.5). Contudo, esta é uma patologia relativamente rara. Apesar de rara, esta patologia engloba inúmeras possíveis causas como por exemplo:

- Falhas de projeto, ou seja, subdimensionamento das fixações face às solicitações previsíveis, tais como, o vento e o peso próprio das placas provocando o arrancamento das fixações (falha de expansão) ou a sua respetiva rotura (falha no chumbador) (Figura 3.6).

- Falha no material da parede de suporte, isto é, a parede não apresenta resistência suficiente para aguentar o peso das placas levando a que o sistema de fixação seja facilmente arrancado levando consigo um cone do material da parede de suporte. Este cone se inicia na região onde ocorreu a expansão do fixador e apresenta um ângulo incluso que varia entre 35 e 45° (Figura 3.7). O formato em cone deve-se ao modo pelo qual a tensão criada pela expansão do chumbador e a combinação com a carga aplicada se propagam pelo material da parede de suporte [46].
- Falha de execução, ou seja, em projeto encontra-se tudo perfeitamente dimensionado, mas por fraca qualidade da mão-de-obra a sua execução é defeituosa.



Fig. 3.5 – Desprendimento da placa de revestimento [41]

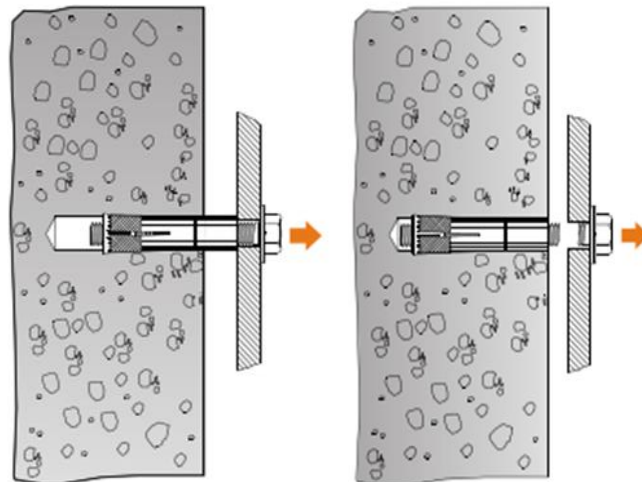


Fig. 3.6 – Falha de Expansão (esquerda) e Falha no Chumbador (direita) [46]

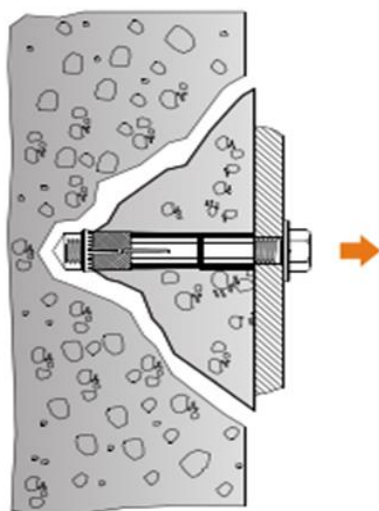


Fig. 3.7 – Falha no material da parede de suporte [46]

Não existem normas onde estejam estipuladas as regras de execução em relação a distâncias entre as furações e entre a furação e o limite da parede. É usual aconselhar que a distância mínima entre um fixador mecânico e a borda das paredes seja no mínimo igual a 1,5 vezes a profundidade a que este foi embutido. No que diz respeito à distância entre fixadores deve deixar-se uma distância mínima de 3 vezes a profundidade de embutimento (Figura 3.8). Assim garante-se que os cones de arrancamento nunca se irão interceder entre eles nem interceder a borda da parede de suporte [46].

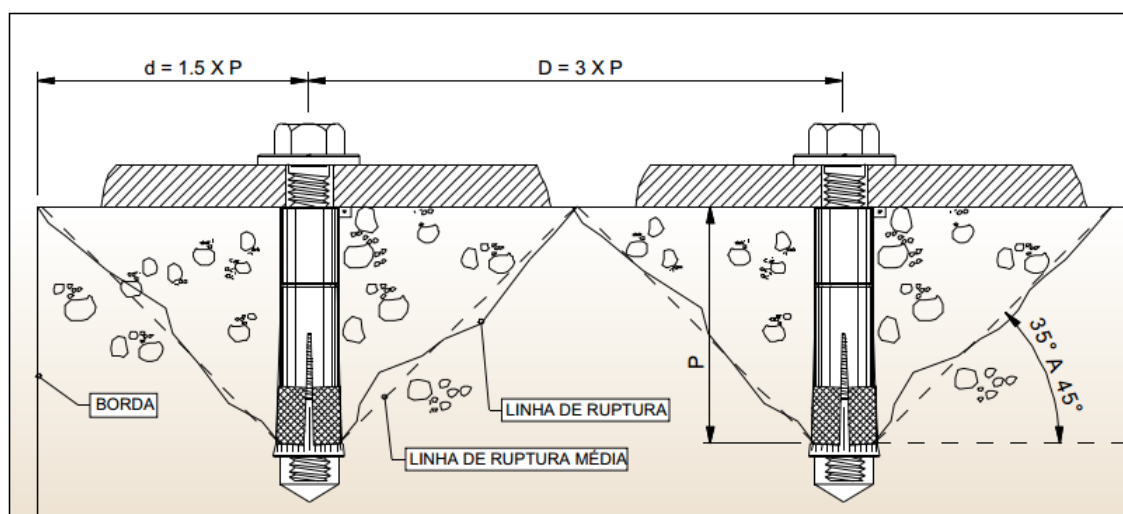


Fig. 3.8 – Distancias entre furações na parede de suporte [46]

e) Variações de cor

Os revestimentos estão sujeitos às mais diversas agressões externas, por isso eles têm que apresentar diversas características e propriedades que os tornem ideais para determinados ambientes. A variação de cor é um problema que afeta determinados materiais se estes não forem tratados convenientemente. As principais causas deste problema são a humidade e a radiação solar que incide nas fachadas. Esta patologia é facilmente identificada, porque afeta a fachada em termos estéticos através do aparecimento de zonas com tonalidades distintas das originais (Figura 3.9).

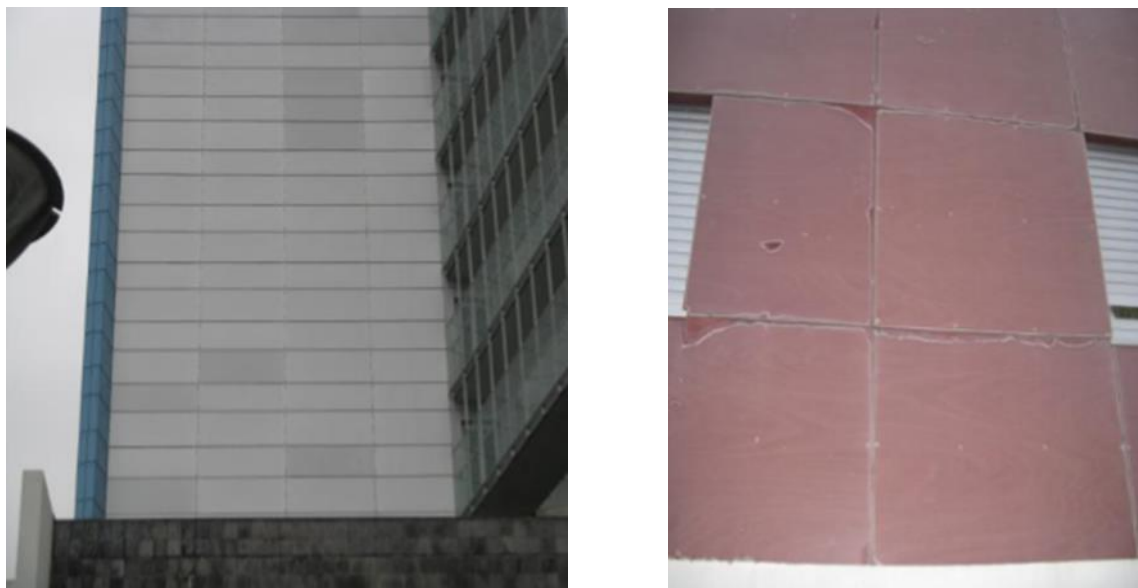


Fig. 3.9 – Variação de cor em fachada [44]

f) Quebra e/ou desalinhamento generalizado das placas de revestimento

Quebra parcial ou total de placas da fachada localizadas em zonas distintas e que podem não ser acessíveis aos utilizadores e transeuntes, ou seja, é uma quebra que não é causada por choques casuais ou vandalismo (Figura 3.11). Para além das quebras pode ocorrer também o desalinhamento das placas, isto é, as placas movimentam-se provocando diferentes espaçamentos entre as juntas (Figura 3.10). Este problema pode ter diversas causas, tais como [43]:

- Expansão anisotrópica do material pétreo;
- Envelhecimento acelerado dos materiais pétreos, causado por agentes atmosféricos e ambientais, tais como a proximidade a ambientes marítimos ou a elevados níveis de poluição atmosférica;
- Erros de dimensionamento, não tendo em consideração os movimentos de expansão e contração dos materiais intervenientes na fachada;
- Erros de execução relativos à fixação e montagem, tais como, ausência de procedimentos de montagem, incumprimento da distância mínima de espaçamento entre furos ou a não utilização de camisa polimérica para acomodação de cavilhas e redução de vibrações.



Fig. 3.10 – Desalinhamento das placas de revestimento [43]



Fig. 3.11 – Quebra de placas em zona não acessível [43]

3.3. PATOLOGIAS ASSOCIADAS AO SISTEMA DE FIXAÇÃO

Este sistema de fachada com revestimento não aderente recorre a um método de fixação indireta, ou seja, recorrendo a ancoragens, pregagens entre outros. A escolha do tipo de fixação das placas do revestimento exterior deve ser determinada pelas características parede de suporte, visto que nem todas as soluções de estrutura de suporte apresentam resistência pontual suficiente de modo a garantirem um suporte adequado para a fixação mecânica.

a) Corrosão dos fixadores

Uma vez que a fixação das placas de revestimento à estrutura de suporte é feita recorrendo a materiais metálicos, a corrosão torna-se assim a principal patologia a nível das fixações. A corrosão manifesta-se através da ocorrência de manchas nos locais de fixação, geralmente de cor vermelha/laranja ou branco/acinzentadas (Figura 3.12 e Figura 3.13).

Esta patologia pode ocorrer devido a alguns fatores tais como:

- Oxidação do material químico e mecânico;
- Reações catódicas;
- Metais em contacto.



Fig. 3.12 – Corrosão dos fixadores [43]



Fig. 3.13 – Manifestação da corrosão na fachada [43]

3.4. PATOLOGIAS ASSOCIADAS À CAIXA-DE-AR E ISOLAMENTO TÉRMICO

O isolamento térmico e a caixa-de-ar são outros dois constituintes deste tipo de fachada para além dos dois abordados anteriormente. As patologias nestes constituintes são menos comuns e pouco gravosas.

a) Infiltração pela caixa-de-ar

Tal como nas restantes técnicas de revestimento de fachadas, a maioria das patologias que ocorrem durante a vida da obra, de alguma forma, encontram-se relacionadas com a água da chuva. Uma má execução da caixa-de-ar, desde a má aplicação do isolamento térmico, que deve ficar totalmente aderido ao pano interior, e mau comportamento térmico do edifício, que, juntamente com a má qualidade das juntas, pode entrar em contacto direto com água que se infiltra na caixa-de-ar originando uma notória perda ou diminuição das suas qualidades. Estas infiltrações na caixa-de-ar podem levar a degradação do isolamento térmico ou provocar danos no pano interior da fachada (Figura 3.14).



Fig. 3.14 – Humidade interior causada por infiltrações na caixa-de-ar

4

ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO DE REVESTIMENTOS NÃO ADERENTES

4.1. PRÉ REABILITAÇÃO: A MANUTENÇÃO

4.1.1. INTRODUÇÃO

Antes de abordar as formas de intervenção para repara cada uma das patologias apresentadas anteriormente, é crucial abordar um ponto que vai permitir atrasar ou até mesmo evitar que surjam estas patologias. A manutenção é parte integrante do processo de durabilidade da fachada, tendo um papel crucial na coordenação de desempenho funcional e estético do revestimento em causa. Para que esta manutenção seja eficaz e contribua de forma decisiva para a durabilidade, torna-se necessário que seja elaborado um manual de manutenção e deve ser entregue ao proprietário do edifício mal este esteja pronto. O documento deve conter toda a informação necessária à sua inspeção, manutenção e até limpeza das fixações se necessário. Existem dois grupos de elementos de uma fachada deste tipo que necessitam de manutenção, isto é, as fixações e as placas de revestimento.

4.1.2. AS FIXAÇÕES

A durabilidade das fixações é muito importante uma vez que, na maior parte das vezes, não se encontram acessíveis para uma manutenção periódica e serem constituídas por madeira ou metal, ou seja, materiais propícios a deterioração acelerada se não cumprirem determinados requisitos mínimos.

Uma vez que existem componentes metálicos em todas as soluções de fixação, é necessário determinar as características mínimas dos metais a utilizar no sistema em estudo. Os metais utilizados com maior frequência são o aço inoxidável para fixações pontuais e o alumínio para fixações contínuas. Deve-se dar especial atenção a estes pequenos componentes, uma vez que são frequentemente os responsáveis pelo início do processo de deterioração de todo o sistema através da sua corrosão [47].

A atmosfera exterior é também um aspeto importante a ter em conta, as características mínimas dos metais a utilizar são distintas, pelo que é necessário ter especial atenção a este aspeto.

Por razões arquitectónicas, muitas vezes recorre-se a fixações à vista. Quando estas são acessíveis, a sua durabilidade depende da manutenção que deve ser feita. O método de limpeza é normalmente feito com jatos de água sobre pressão. As fixações em aço inoxidável requerem uma manutenção mais regular de forma a manterem a sua aparência. Estas devem ser limpas com sabão, detergente ou uma solução de amónia, que deve ser usada com uma escova. Posteriormente, passar água e um pano seco.

Em caso particulares em que as fixações sejam por materiais menos resistentes é necessária uma inspeção mais regular [47].

Nas fixações ocultas é praticamente impossível fazer qualquer tipo de manutenção, uma vez que só é possível chegar até estas removendo as placas de revestimento. Sendo assim cabe ao projetista escolher materiais que não necessitem de manutenção e que sejam bastante resistentes. É por isso muito importante que seja garantida uma boa execução desde a concepção dos materiais até à sua instalação para assegurar uma performance a longo prazo [48].

4.1.3. O REVESTIMENTO EXTERIOR

Este sistema de fachada deve ser alvo de uma inspeção de rotina após a sua instalação para evitar que os agentes de degradação provoquem patologias indesejáveis. Para se manter o revestimento com um aspeto limpo, o proprietário deve incluir a limpeza das placas/painéis de revestimento, na operação de manutenção anual, conciliando esta ação com a limpeza das janelas. Normalmente para este tipo de limpeza basta esfregar uma solução suave de detergente ou sabão e água, passando posteriormente por água limpa e depois um pano para absorver a água. No caso de o revestimento ser em placas de pedra natural é necessário recorrer a métodos mais complexos, tais como [50]:

- i. Procedimentos mecânicos a seco – Processos lentos que exigem mão-de-obra especializada, em que se utilizam escovas de disco. Tem por objetivo a dissolução de eflorescências e sujidade.
- ii. Procedimentos mecânicos com água – Consiste em humedecer a fachada de modo a amolecer a sujidade. Utilização de escovas para remover a sujidade.
- iii. Sistemas de projeção de água sob pressão – Consiste em projetar água com regulação através duma pistola. Tem por objetivo dissolver as eflorescências e a sujidade.
- iv. Sistema de projeção de partículas – Necessita de mão-de-obra especializada e consiste na projeção de partículas sob a forma de areia ou pó de vidro. Tem como objetivo desincrustar superfícies corroídas e decapagem.
- v. Aplicação de produtos químicos – Desprendimento da sujidade e desincrustar depósitos acumulados. Pode ser em forma líquida ou em pasta.
- vi. Aplicação de raios laser – Eliminação da sujidade através de uma emissão fotónica sem atacar nem alterar a superfície pétrea da placa.

4.2. REABILITAÇÃO: TRATAMENTO DE PATOLOGIAS NOS REVESTIMENTOS

4.2.1. INTRODUÇÃO

Como já foi mencionado várias vezes ao longo desta dissertação, este tipo de fachadas tem a seu favor o facto de serem pouco propícias ao surgimento de patologias. Outra vantagem destes sistemas de fachada é a fácil reparação da patologia. Só existem quatro métodos de reabilitação possível, que consiste na substituição das placas danificadas, substituição dos sistemas de fixação, rectificações em termos de projeto e limpeza das placas/painéis.

4.2.2. QUEBRA ISOLADA DAS PLACAS DE REVESTIMENTO

Tal como já foi descrito, trata-se de quebras de placas em zonas acessíveis da fachada ou em placas onde a furação não foi feita corretamente. A única forma possível de reparação desta patologia, sem recorrer a uma modificação em termos de sistema de fachada, consiste exclusivamente na substituição das placas que se encontram danificadas por novas placas mantendo o tipo material, textura, forma e cor do revestimento.

4.2.3. EFLORESCÊNCIAS

Patologia que se caracteriza pelo aparecimento de manchas de cor esbranquiçada junto as juntas das placas, mas podendo aparecer noutras zonas das placas. Como forma de reabilitação recorre-se numa primeira fase à tentativa de limpeza através de métodos de limpeza mecânicos a seco, métodos mecânicos com água, projeção de água sob pressão ou aplicação de produtos químicos. Caso nenhum destes métodos resultar, a única opção restante é a substituição das placas que apresentem essa patologia.

4.2.4. APARECIMENTO DE FUNGOS, MUSGOS E OUTROS AGENTES BIOLÓGICOS

Visualmente, esta patologia expressa-se pelo aparecimento de manchas verdes que se devem ao musgo, líquenes e fungos. A metodologia de reabilitação é em tudo semelhante ao tratamento das eflorescências. Recorre-se inicialmente a uma tentativa de limpeza através de métodos de limpeza mecânicos a seco, métodos mecânicos com água, projeção de água sob pressão ou aplicação de produtos químicos. Caso nenhum destes métodos resultar, a única opção restante é a substituição das placas que apresentem essa patologia.

4.2.5. DESPRENDIMENTO DAS PLACAS DE REVESTIMENTO

Tal como foi descrito anteriormente no capítulo referente às patologias, o desprendimento de placas pode ter imensas causas. Numa primeira instância, é necessário averiguar a verdadeira causa para o desprendimento da placa e só de seguida intervir com a estratégia adequada.

- a) Falha de projeto – Caso o desprendimento tenha surgido por falhas de projeto, deve-se proceder a um novo dimensionamento do sistema de fixação. Com base nesse novo dimensionamento é que se vai intervir. Essa intervenção pode passar por uma total substituição de toda a fixação da fachada ou acrescentar fixações pontuais desde que a segurança fique assegurada.
- b) Falha no material da parede de suporte – Quando o fixador falha devido à quebra do suporte deve-se proceder a uma nova fixação em locais onde este apresente melhores características resistentes, ou então reforçar a fixação já existente.
- c) Falha de execução – Nestes casos é necessário fazer uma inspeção em toda a fachada, por pessoal qualificado, e com base nas informações recolhidas intervir da forma mais adequada, que pode consistir na substituição completa ou parcial do sistema de fixação.

4.2.6. VARIAÇÕES DE COR

A variação de cor é um problema que afeta determinados materiais se estes não forem tratados convenientemente, logo se não houver uma manutenção correta, a única forma de reabilitar aquando do aparecimento destas variações de cor é única e exclusivamente a substituição das placas danificadas.

4.2.7. QUEBRA E/OU DESALINHAMENTO GENERALIZADO DAS PLACAS DE REVESTIMENTO

Esta é uma patologia em que estas quebras ocorrem em zonas que não podem ser associadas a danos causados por pessoas ou máquinas. Sendo assim a causa mais provável seja uma tensão excessiva aplicada sobre as placas. Nestes casos a reparação passa pela substituição das placas danificadas e verificação do estado do suporte e das juntas [43].

4.3. REABILITAÇÃO: TRATAMENTO DE PATOLOGIAS NO SISTEMA DE FIXAÇÃO

4.3.1. INTRODUÇÃO

Os fixadores são talvez o elemento mais importante das fachadas com revestimentos não aderentes, pois são eles que garantem a segurança das fachadas. São os fixadores que suportam e transmitem as cargas exercidas pelas placas. Portanto é extremamente necessário garantir uma correta manutenção e intervir ao mais pequeno problema que se verifique.

4.3.2. CORROSÃO DOS FIXADORES

Se forem detetados elementos metálicos corroídos, é necessário proceder à substituição dos suportes danificados por outros. Os novos elementos devem ser de aço inoxidável com classe de resistência A2 ou A4 (caso estejam em ambientes agressivos). Toma-se também necessário verificar se todos os elementos metálicos são compatíveis entre eles, para evitar corrosão bimetalica que ocorre entre metais com propriedades diferentes. Muitas vezes esta corrosão provoca manchas alaranjadas nas placas de revestimento, nestes casos é necessário proceder a limpeza dessas placas com soluções não muito agressivas. Se esta limpeza não resultar, procede-se então à substituição das placas danificadas [49].

4.4. REABILITAÇÃO: TRATAMENTO DE PATOLOGIAS NA CAIXA-DE-AER E ISOLAMENTO TÉRMICO

4.4.1. INTRODUÇÃO

Por fim encontram-se as patologias associadas à caixa-de-ar e isolamento térmico. Estas são muito menos frequentes e pouco graves. Daí só estar salientada uma que é a que mais incómodo causa ao utilizador do edifício.

4.4.2. INFILTRAÇÃO PELA CAIXA-DE-AER

Esta é uma patologia que ocorre quando a caixa-de-ar é mal executada e que normalmente manifesta-se já no interior do edifício. Caso se verifiquem infiltrações pela caixa-de-ar deve-se verificar se toda esta está devidamente isolada contra a entrada de água. Caso seja necessário deve-se proceder às correções necessárias realizando um capeamento impermeável que afaste a água da caixa-de-ar. Isto é,

dar inclinação na platibanda de modo a escoar a água para a cobertura impedindo que esta vá a escorrer pela fachada e fazer uma compartimentação da caixa-de-ar se necessário.

4.5. FICHA DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIA DE REABILITAÇÃO

4.5.1. INTERESSE E ESTRUTURA DA FICHA

As fachadas com revestimento não aderente têm uma grande utilização em Portugal, daí ser interessante realizar uma “Ficha Diagnóstico e Estratégia de Reabilitação”. Esta ficha é feita para cada um dos tipos de patologias mencionados nos capítulos anteriores e contém toda a informação de uma forma mais sintética e sistemática.

A ficha pode ser dividida em cinco partes:

- Cabeçalho: Identificação da patologia;
- Descrição da patologia: Breve introdução à patologia e formas de manifestação;
- Causas da patologia: Enumeração de todos os fatores que possam originar estes problemas;
- Registo fotográfico: Fotografias onde se apresenta exemplos da patologia abordada na respectiva ficha;
- Estratégia de reparação: Abordagem a possíveis metodologias para a reparação da patologia;

Assim, consultando estas fichas é muito mais simples e intuitivo identificar a patologia presente na fachada e a forma mais correta de intervir. Estas fichas podem ser consultadas no anexo.

5

CONCLUSÃO E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

5.1. CONCLUSÕES GERAIS

É possível afirmar que as fachadas com revestimento não aderente vincam uma nova evolução no processo de produção de fachadas em edifícios. Na verdade, são soluções que têm vindo a ter uma procura crescente em termos de construção nova e de reabilitação de edifícios. Esta procura deve-se ao facto de se tratar de um processo com um elevado nível de industrialização e que proporciona um ótimo desempenho, permitindo a resolução de problemas de humidade e de pontes térmicas que estavam muitas vezes associadas às fachadas tradicionais. Permite igualmente uma eficaz optimização energética do edifício graças às suas características de atenuação dos ganhos e perdas de energia pela envolvente deste.

A fachada com revestimento não aderente apresenta-se assim como uma solução construtiva que se encontra a impor-se no mercado nacional, apesar da sua comercialização ainda a preços relativamente elevados. Contudo, as vantagens energéticas e a manutenção pouco dispendiosa deste sistema tornam-no numa solução economicamente atrativa a longo prazo.

Com base no trabalho desenvolvido, as principais conclusões a retirar são as seguintes:

- As fachadas com revestimento não aderente podem ser divididas em dois sistemas distintos que são a fachada ventilada e a fachada cortina. São dois sistemas em tudo semelhantes, distinguindo-se pela caixa-de-ar que existe na fachada ventilada que se encontra dimensionada de forma a garantir a ventilação pelo efeito chaminé;
- Existe um vasto leque de materiais que podem ser utilizados para o revestimento da fachada, como por exemplo, a pedra natural, os cerâmicos, o betão, o naturocimento, o vidro, o metal, o plástico, a madeira, os fenólicos e os painéis fotovoltaicos;
- Em termos de sistemas de fixação também existe uma vasta gama de soluções que se adequam com melhor ou pior resultado a cada tipo de material. Como por exemplo, ancoragem por cavilhas ou discos, ancoragem por grampos, ancoragem linear, ancoragem no tardo, fixação por parafusos ou rebites, moldura ou caixilharia e sistema de encaixe.
- Existem pontos singulares dos edifícios onde é preciso um maior cuidado em termos de projeto, nomeadamente as platibandas, caixa-de-ar, abertura inferior, cunhais e parapeito.
- A grande vantagem da utilização deste sistema é a reduzida probabilidade de ocorrência de patologias face às fachadas tradicionais de pano simples com reboco e de parede dupla. As

patologias mais frequentes neste tipo de sistemas são normalmente resultado de uma deficiente execução técnica ou de uma escolha de materiais inapropriados, podendo estas serem em termos estéticos como em termos de segurança.

- É de grande importância a realização da manutenção de todo o sistema da fachada. A manutenção é parte integrante do processo de durabilidade da fachada, tendo um papel crucial na coordenação de desempenho funcional e estético do revestimento em causa. Tanto as placas de revestimento como o sistema de fixação devem ser alvos de manutenção periódicas definidas pelos fabricantes.
- A reabilitação das fachadas com revestimento não aderente em caso de sofrerem algum tipo de patologia é quase sempre a mesma em todos os casos, isto é, a reabilitação passa pela limpeza das placas danificadas ou pela substituição das mesmas.

5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

As fachadas com revestimento não aderente são um sistema com isolamento pelo exterior que está a ganhar o seu espaço na indústria da construção e as grandes empresas internacionais começam agora a explorar a variedade de materiais aplicáveis a este sistema. Prevê-se assim o aparecimento de novos materiais de revestimento, assim como diferentes formas e texturas, tirando proveito das potencialidades de cada material.

No mercado nacional prevê-se também o aumento utilização deste sistema não só nas novas construções como também na reabilitação de habitações mais antigas, uma vez que o mercado nacional tem apresentado um enorme crescimento no segmento da reabilitação de edifícios.

Outro aspeto importante passa pela criação de uma normalização e regulamentação específica quer para as fachadas ventiladas quer para as fachadas cortina, de forma a evitar casos em que o resultado pretendido não é alcançado devido à necessidade de reduzir custos associados a estes tipos de solução, levando à seleção de componentes inadequados faces às condições existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Freitas, Vasco Peixoto., Abrantes, Vítor. International Symposium on Moisture Problems in Building Walls. Proceedings, 11 a 13/9/95, Porto.
- [2] Sousa, Fernando Manuel Fernandes de - *FACHADAS VENTILADAS EM EDIFÍCIOS Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento*. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL, FEUP, 2010
- [3] Freitas, Vasco Peixoto. Selecção exigencial de painéis prefabricados em betão da Prégaia para a aplicação em fachadas. Relatório HT171/01, Porto, 2002.
- [4] Lucas, José A. Carvalho. Classificação geral de revestimentos para paredes de alvenaria ou betão. LNEC, Lisboa, 1990.
- [5] <https://br.pinterest.com/pin/475974254349245911/>. 2/03/2017
- [6] <https://engenhariacivil.files.wordpress.com/2008/01/dossiereconomico.pdf>
- [7] Camposinhos, Rui de Sousa. Fachadas pressurizáveis. Congresso Construção 2007 - 3º Congresso Nacional, 17 a 19/12/07, Universidade de Coimbra, Porto: ISEP, Coimbra.
- [8] NP EN 13830:2009, Fachadas-cortina – Norma de produto. IPQ, Março de 2009.
- [9] Camposinhos, Rui de Sousa. Revestimentos em pedra natural com fixação mecânica. Edições Sílabo, Lisboa, 2009.
- [10] <http://www.archiexpo.com/pt/prod/cupa-pizarras/product-67657-1714745.html>. 07/04/2017
- [11] <https://afloret4.wordpress.com/2011/12/27/revestimentos/> 08/03/2017
- [12] Silva, B.; Coutinho, J.; Neves, S.. Betão leve estrutural usando agregados leves de argila expandida. Encontro nacional de betão estrutural 2004, Porto, 2004.
- [13] Simões, Ivan.; Branco, Fernando G.; Tiago, Paulo Maranha. Painéis de fachada em GRC. Congresso Construção 2007 - 3º Congresso Nacional, 17 a 19/12/07, Universidade de Coimbra, ISEC, Coimbra.
- [14] <http://www.sotecnisol.pt>. 09/03/2017
- [15] <http://www.eternit.pt/cores.html> 09/03/2017
- [16] <http://www.socaleiras.pt/>. 10/03/2017
- [17] <http://www.sotecnisol.pt/revestimentos/revestimentos-metalicos-novo/zinco/>. 10/03/2017
- [18] <http://www.sotecnisol.pt/revestimentos/fachadas-ventiladas-novo/composito-de-aluminio/>. 15/03/2017
- [19] <http://www.bauscher.com.br/painel-perfurado-arquitetura>. 20/03/2017
- [20] http://www.metalosul.com/chapa_perfilada.php. 23/03/2017
- [21] <http://www.alucobond.co.nz>. 25/03/2017
- [22] <http://www.hunterdouglascontract.com/home/>. 26/03/2017
- [23] Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica. Manual de aplicação de revestimentos cerâmicos. APICER, Coimbra, 2003.
- [24] <http://www.iefv.es/>. 30/03/2017

- [25] <http://www.globaldis.pt/pt/produtos/24-termolaminado/63-hpl-exterior>. 02/04/2017
- [26] <http://www.agi.pt/fundermax>. 02/04/2017
- [27] http://www.banema.pt/thermowood_fachadas. 05/04/2017
- [28] <http://www.banema.pt/osb>. 05/04/2017
- [29] <http://www.banema.pt/mdf>. 05/04/2017
- [30] <https://www.builddirect.com/learning-center/flooring/wood-they-different/>. 05/04/2017
- [31] <https://www.aecweb.com.br>. 07/04/2017
- [32] Herzog, Thomas. Construire des façades. DETAIL, Lausanne, Suíça, 2007.
- [33] <http://architetandoverde.blogspot.pt/2011/11/>. 10/04/2017
- [34] <http://www.erfi.pt>. 10/04/2017
- [35] <http://www.onyxsolar.com/pt>. 15/04/2017
- [36] <https://www.pinterest.pt/pin/294634000600501093/>. 15/04/2017
- [37] <http://www.onyxsolar.com/>. 15/04/2017
- [38] <http://bateig.com/piedra-natural/colocacion-piedra-bateig/>. 20/04/2017
- [39] <http://www.halfen.pt/>. 25/04/2017
- [40] <http://www.securityfilm.com.br/> 26/04/2017
- [41] Direito, Joana Ferreira – *Estudo da Segurança Contra Incêndios em Fachadas Ventiladas*. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES, FEUP, 2011
- [42] Júnior, Amaury Siqueira – *Tecnologia de fachadas-cortina com placas de grés porcelanato* Dissertação mestrado, 2003, São Paulo – Brasil
- [43] <http://www.revigres.pt>. 6/05/2017
- [44] Dutra, Miguel Resendes - *Caracterização de Revestimentos em Fachadas Ventiladas. Análise do Comportamento*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico de Lisboa, 2010
- [45] <http://www.projetoarquitetonico.com/2013/08/>. 02/05/2017
- [46] <https://www.aecweb.com.br>. 03/05/2017
- [47] CIRIA. Cladding Fixings. good practice guidance.2000
- [48] TRESPA – Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas con placas TRESPA METEO8 FR. Documento de idoneidad técnica – 2005.
- [49] Veiga, Maria do Rosário – Acção de Formação sobre Revestimentos Exteriores de paredes – Construção 2004 2º Congresso Nacional da Construção, Dezembro de 2004
- [50] Mendes, Francisco Melo Vaz Pinto – *Durabilidade das Fachadas Ventiladas. Aplicação da Norma ISO 15686-1*. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES, FEUP, 2009

ANEXO

FICHA DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIA DE REABILITAÇÃO

A1 - QUEBRA ISOLADA DAS PLACAS DE REVESTIMENTO

FICHA DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIA DE REABILITAÇÃO

PATOLOGIA: Quebra Isolada das Placas de Revestimento

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Quebra parcial ou total de placas de revestimento com localização, preferencialmente, em zonas acessíveis da fachada. Esta pode ser uma simples quebra duma aresta da placa ou ao longo de toda a sua extensão.

CAUSAS DA PATOLOGIA

- Vandalismo
- Choques ocasionais de pessoas ou máquinas
- Furação das placas inadequada
- Desgaste

REGISTO FOTOGRÁFICO



ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

- Substituição das placas danificadas

A2 - EFLORESCÊNCIAS

FICHA DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIA DE REABILITAÇÃO

PATOLOGIA: Eflorescências

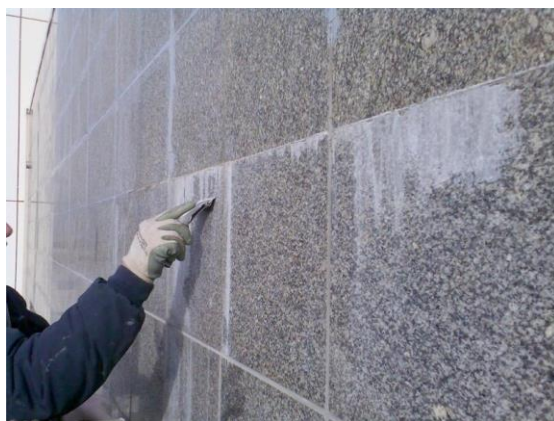
DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Manchas que aparecem na superfície das placas de pedra natural e nas placas cerâmicas. Geralmente apresentam uma cor branca, contudo podem apresentar outras colorações dependendo da composição química dos sais que lhes dão origem

CAUSAS DA PATOLOGIA

- Dissolução dos sais constituintes do material de revestimento ou das juntas e posterior cristalização
- Incorreta aplicação do hidrófugo

REGISTO FOTOGRÁFICO



ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

Opção A

- Limpeza através de métodos de limpeza mecânicos a seco, métodos mecânicos com água, projeção de água sob pressão ou aplicação de produtos químicos

Opção B

- Substituição das placas danificadas

A3 - APARECIMENTO DE FUNGOS, MUSGOS E OUTROS AGENTES BIOLÓGICOS

FICHA DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIA DE REABILITAÇÃO

PATOLOGIA: Aparecimento de Fungos, Musgos e Outros Agentes Biológicos

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Consiste no aparecimento e crescimento de microrganismos em placas de pedra natural e placas cerâmicas. Facilmente identificável pelas suas manchas verdes ao longo das placas

CAUSAS DA PATOLOGIA

- Sujidade acumulada
- Água da chuva
- Poeiras
- Humidade do revestimento
- Orientação da fachada
- Porosidade do revestimento

REGISTO FOTOGRÁFICO



ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

Opção A

- Limpeza através de métodos de limpeza mecânicos a seco, métodos mecânicos com água, projeção de água sob pressão ou aplicação de produtos químicos

Opção B

- Substituição das placas danificadas

A4 - DESPRENDIMENTO DAS PLACAS DE REVESTIMENTO

FICHA DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIA DE REABILITAÇÃO

PATOLOGIA: Desprendimento das Placas de Revestimento

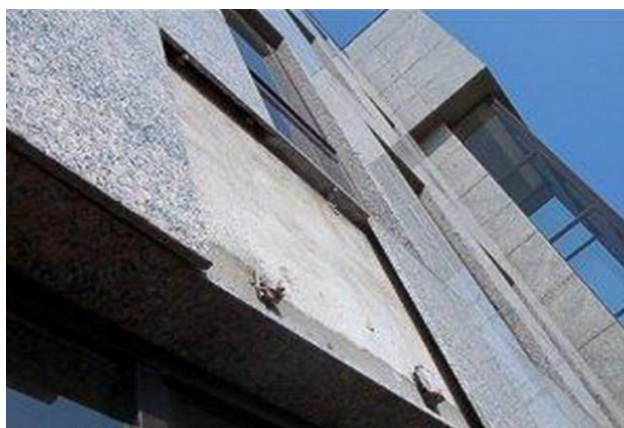
DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Queda de placas de revestimento da fachada. Esta queda pode acontecer numa única placa ou até várias. Coloca em risco a segurança dos utilizadores

CAUSAS DA PATOLOGIA

- Subdimensionamento do sistema de fixação
- Utilização material de revestimento inadequado
- Parede de suporte sem resistência necessária
- Erros de execução em obra

REGISTO FOTOGRÁFICO



ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

Opção A

- Redimensionamento do sistema de fixação
- Substituição completa ou parcial do sistema de fixação

Opção B

- Selecionar locais com maior resistência para efetuar a fixação

A5 - VARIAÇÕES DE COR

FICHA DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIA DE REABILITAÇÃO

PATOLOGIA: Variações de Cor

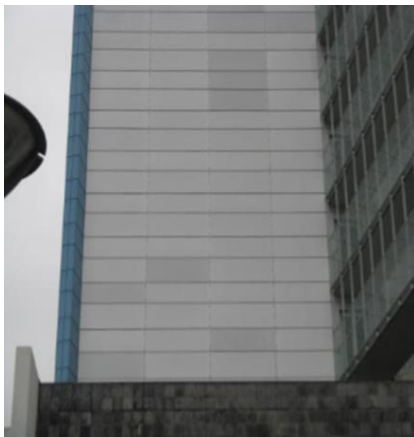
DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Aparecimento de placas com tonalidades distintas das restantes. Este problema ocorre quando os revestimentos não são os ideais para as condições climática locais

CAUSAS DA PATOLOGIA

- Escolha de material de revestimento inadequado
- Radiação Solar
- Humidade
- Envelhecimento do material

REGISTO FOTOGRÁFICO



ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

- Substituição das placas danificadas

A6 - QUEBRA E/OU DESALINHAMENTO DAS PLACAS DE REVESTIMENTO

FICHA DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIA DE REABILITAÇÃO	
PATOLOGIA: Quebra e/ou Desalinhamento das Placas de Revestimento	
DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA	CAUSAS DA PATOLOGIA
Quebra parcial ou total de placas de revestimento com localização em zonas não acessíveis, ou seja, quebras que não são causadas por choques acidentais. Desalinhamento das placas, isto é, diferentes espaçamentos entre as juntas.	• Expansão anisotrópica dos materiais • Envelhecimento acelerado dos materiais • Erros de dimensionamento • Erros de execução em obra
REGISTO FOTOGRÁFICO	
	
ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO	
• Substituição das placas danificadas e verificação do estado do suporte e das juntas	

A7 - CORROSÃO DOS FIXADORES

FICHA DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIA DE REABILITAÇÃO

PATOLOGIA: Corrosão dos Fixadores

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Principal patologia em termos de fixadores. Surgimento de manchas de cor laranja ou branco/acinzentadas nas placas de revestimento ou junto aos locais onde se efetuaram as furações

CAUSAS DA PATOLOGIA

- Oxidação do material químico e mecânico
- Reações catódicas
- Metais em contacto

REGISTO FOTOGRÁFICO



ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

Opção A

- Substituição dos fixadores danificados por novos em aço inoxidável com classe de resistência A2 ou A4

Opção B

- Limpeza das placas afectadas, caso a limpeza não resulte é necessário substituir essas placas

A8 - INFILTRAÇÃO PELA CAIXA-DE-AR

FICHA DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIA DE REABILITAÇÃO

PATOLOGIA: Infiltração pela Caixa-de-ar

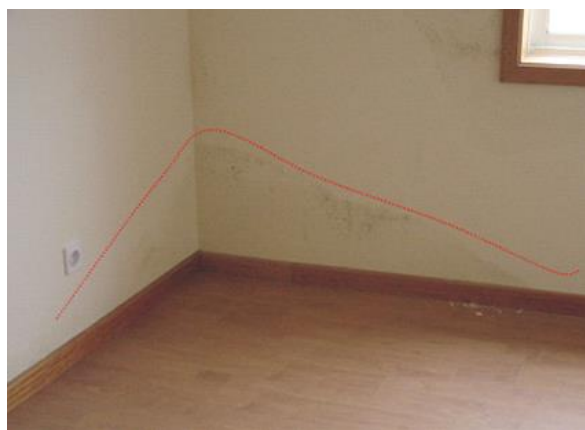
DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Sem grandes manifestações na fachada em termos exteriores, mas no interior cria manchas de humidade

CAUSAS DA PATOLOGIA

- Erros de projeto em termos do dimensionamento da caixa-de-ar
- Falhas de execução da caixa-de-ar em obra

REGISTO FOTOGRÁFICO



ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

- Efetuar as correções necessárias na caixa-de-ar, desde as platibandas até à compartimentação da caixa-de-ar e limpas as manchas de humidade no interior (lavando com produtos próprios e/ou efetuar nova pintura)