



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Ana Margarida Vaz Alves Chaves

**Patologia e Reabilitação de Revestimentos  
de Fachadas**

Julho de 2009



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Ana Margarida Vaz Alves Chaves

## **Patologia e Reabilitação de Revestimentos de Fachadas**

Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil  
Área de Especialização Materiais, Reabilitação e  
Sustentabilidade da Construção

Trabalho efectuado sob a orientação do  
**Professor Doutor Aires Fernando Fernandes Leite Camões  
Azevedo**

Julho de 2009

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer:

A disponibilidade que sempre me concedeu a Câmara Municipal de Valpaços, o Sr. Presidente Eng.º Francisco Tavares e o Director de Departamento Eng.º Carlos Durão.

O acolhimento, a orientação e o aconselhamento que o Sr. Prof. Aires Camões me dispensou.

A motivação, o incentivo e o apoio da minha família.

Obrigada a todos.



## RESUMO

O presente trabalho pretendeu relacionar manifestações de patologia com os diferentes tipos de revestimento exterior de fachada.

Nesse sentido, foi efectuado um levantamento de manifestações de patologia, com especial enfoque para os revestimentos de pintura e cerâmicos, tendo-se, posteriormente, definido uma área territorial (cidade de Valpaços), onde foi efectuada uma caracterização do edificado existente.

De entre 64 edifícios multifamiliares analisados no território estudado, foram seleccionados 5 edifícios, nos quais recaiu um estudo mais detalhado, onde, para além de identificar as anomalias existentes, procurou definir-se uma metodologia de reabilitação/restauro conservativa salvaguardando a funcionalidade e o aspecto estético da fachada exterior dos mesmos.

Denotou-se que as manifestações patológicas averiguadas nas fachadas dos edifícios, advêm sobretudo de uma falta de qualidade do projecto, dos materiais e de uma mão-de-obra deficiente, aliados a uma inexistente manutenção preventiva e reparativa, o que contribui para a sua crescente degradação.

Verificou-se também que a fissuração e o descolamento do revestimento foram as principais anomalias encontradas e as causas resultam sobretudo de um não tratamento adequado na transição de elementos com funções distintas (ligações laje/alvenaria) e a problemas decorrentes de infiltrações.

Este trabalho contempla ainda, numa fase posterior, um conjunto de recomendações, que norteiam na definição de soluções para a reabilitação de fachadas de edifícios correntes, consoante o tipo de revestimento, de forma a se garantir que as mesmas assegurem resultados satisfatórios a longo prazo.



## **ABSTRACT**

This study intended to relate manifestations of pathology with the different types of exterior coating of facade.

In this way, a survey of manifestations of pathology was carried out, with special focus to the coatings of paint and ceramics, having subsequently been defined a territorial area (city of Valpaços) in which a characterization of the existing buildings was made.

Among 64 residential buildings with multiple floors examined in the studied territory, 5 were selected, in which a more detailed study was carried out, where, besides identifying the existing anomalies, a methodology for conservative rehabilitation/restoration was sought safeguarding the functionality and the aesthetic aspect of the exterior facade of the buildings.

It was shown that the pathological manifestations checked in the facades of the buildings result, above all, from a lack of quality in design, materials and a deficient workmanship, allied with a non-existent preventive and reparative maintenance, which contributed to its increasing degradation.

It was also verified that the cracking and displacement of the coating were the main anomalies found and the causes result especially from non-suitable treatment in the transition of elements with distinct functions (connection between flagstone and masonry) and problems resulting from infiltrations.

This study also includes, in a subsequent stage, a set of recommendations that guide us in the definition of solutions for the rehabilitation of facades of common buildings, according to the type of coating, in order to ensure that these provide satisfactory results at long term.

## INDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO .....	v
ABSTRAT .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE QUADROS .....	xii
INDICE .....	xiii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. PATOLOGIA EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS RECENTES .....	11
3. PATOLOGIA EM FACHADAS NA CIDADE DE VALPAÇOS: CASOS DE ESTUDO ....	60
4. RECOMENDAÇÕES A ADOPTAR EM PROJECTOS DE REABILITAÇÃO DE FACHADAS E NA SUA EXECUÇÃO .....	122
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	156

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



## INDICE DE FIGURAS

### 1. INTRODUÇÃO

Figura 1.1 - Segmento da reabilitação no sector da construção em 2002 .....	1
Figura 1.2 – Metodologia adoptada na abordagem dos casos de estudo .....	10

### 2. PATOLOGIAS EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS RECENTES

Figura 2.1 – Lei de evolução de custos ou Lei de Sitter .....	13
Figura 2.2 – Influência das acções de manutenção na vida útil .....	14
Figura 2.3 – Anomalias mais frequentes em paredes exteriores .....	15
Figura 2.4 – Causas de anomalias em edifícios .....	18
Figura 2.5 – Descolamento do cerâmico .....	25
Figura 2.6 – Fissura no cerâmico .....	27
Figura 2.7 – Eflorescências no cerâmico .....	29
Figura 2.8 - Espalhamento do adesivo no suporte .....	30
Figura 2.9 – Casca de laranja .....	33
Figura 2.10 – Enrugamento .....	34
Figura 2.11 – Escorridos .....	35
Figura 2.12 – Flutuação de cor .....	36
Figura 2.13 – Crateras .....	36
Figura 2.14 – Marcas de trincha .....	37
Figura 2.15 – Descoloração .....	38
Figura 2.16 – Destacamento da tinta .....	40
Figura 2.17 – Eflorescências .....	41
Figura 2.18 – Fissuras .....	43
Figura 2.19 – Empolamento .....	45
Figura 2.20 – Microrganismos .....	46

### PATOLOGIA EM FACHADAS NA CIDADE DE VALPAÇOS: CASOS DE ESTUDO

Figura 3.1 – Praça do Município .....	60
Figura 3.2 – Avenida 25 de Abril .....	61
Figura 3.3 – Avenida Dr. Francisco Sá Carneiro .....	62
Figura 3.4 – Edifícios de habitação colectiva existentes em Valpaços .....	63
Figura 3.5 – Tipos de revestimento exterior .....	64
Figura 3.6 – Patologias em revestimentos de pintura .....	64
Figura 3.7 – Patologias em revestimentos cerâmicos .....	65
Figura 3.8 – Localização dos cinco edifícios seleccionados .....	66

Figura 3.9 – Fachada Principal do Edifício Rossio .....	69
Figura 3.10 – Descolamento na transição laje/alvenaria .....	71
Figura 3.11 – Pontos possíveis de infiltração .....	71
Figura 3.12 – Descolamento transição viga/alvenaria .....	72
Figura 3.13 – Descolamentos devido à falta de aderência .....	72
Figura 3.14 – Fissuras na platibanda .....	73
Figura 3.15 – Pormenor de fissuras na varanda .....	74
Figura 3.16 – Fissura ao nível da laje de piso .....	75
Figura 3.17 – Delaminação .....	76
Figura 3.18 – Manchas .....	76
Figura 3.19 – Destacamento da pintura debaixo da varanda .....	77
Figura 3.20 – Destacamento da pintura .....	78
Figura 3.21 – Fissura nos cantos da janela .....	79
Figura 3.22 – Empolamentos .....	80
Figura 3.23 – Sujidades de origem biológica .....	80
Figura 3.24 – Fachada lateral do Edifício Bristol .....	89
Figura 3.25 – Empolamentos do cerâmico .....	90
Figura 3.26 – Descolamentos do cerâmico .....	91
Figura 3.27 – Despreendimento da pintura .....	92
Figura 3.28 – Composição esquemática de um ETICS .....	94
Figura 3.29 – Perfil de Arranque .....	96
Figura 3.30 – Disposição das placas de isolamento térmico .....	97
Figura 3.31 – Pormenor arranque junto ao solo .....	98
Figura 3.32 – Sobreposição das armaduras normais .....	98
Figura 3.33 – Reforço da armadura no contorno dos vãos .....	100
Figura 3.34 – Soluções para parapeitos em janelas .....	100
Figura 3.35 – Pormenor de remate com peitoril da janela .....	101
Figura 3.36 – Perfil perfurado para reforço de esquina/aresta .....	101
Figura 3.37 – Pormenor de remate de esquina .....	102
Figura 3.38 – Perfil para remate de juntas de dilatação .....	102
Figura 3.39 – Pormenor junta de dilatação .....	103
Figura 3.40 – Pormenor platibanda .....	103
Figura 3.41 – Fachada principal do Edifício Amoreiras .....	105
Figura 3.42 – Fissuras ao nível da varanda e da janela .....	106
Figura 3.43 – Fissura na cornija .....	106
Figura 3.44 – Eflorescências no revestimento de pintura .....	107
Figura 3.45 – Fachada Principal do Edifício Valparaíso .....	111
Figura 3.46 – Destacamento da pintura .....	112
Figura 3.47 – Fissura ao nível da varanda .....	112
Figura 3.48 – Fissuras ao nível dos vãos .....	113

Figura 3.49 – Manchas sob os peitoris .....	113
Figura 3.50 – Descoloração da pintura .....	114
Figura 3.51 – Fachada principal do Edifício Solar da Ribeira .....	118
Figura 3.52 – Eflorescências no cerâmico .....	118

RECOMENDAÇÕES A ADOPTAR EM PROJECTOS DE REABILITAÇÃO DE FACHADAS E NA SUA EXECUÇÃO

Figura 4.1 – Pormenor de execução da platibanda .....	145
Figura 4.2 – Alvenaria de tijolo à face dos elementos de betão .....	146
Figura 4.3 – Caldeira bem executada .....	147
Figura 4.4 – Pormenor de execução da parede dupla .....	147
Figura 4.5 – Fixação de cerâmicos por agrafos .....	148
Figura 4.6 – Fixação de cerâmicos por colagem directa .....	148
Figura 4.7 – Pormenor colocação dos agrafos .....	148
Figura 4.8 – Processo de fixação de placas por gatos .....	150
Figura 4.9 – Pormenor sistema ETICS .....	151
Figura 4.10 – Pormenor sistema fachada ventilada .....	152

## INDICE DE QUADROS

### 2. PATOLOGIAS EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS RECENTES

Quadro 2.1 - Patologias mais correntes em ladrilhos cerâmicos quando em uso. ....	31
Quadro 2.2 - Principais origens e vias de penetração da água nos edifícios .....	49

### 3. PATOLOGIA EM FACHADAS NA CIDADE DE VALPAÇOS: CASOS DE ESTUDO

Quadro 3.1 – Patologias existentes no Edifício Rossio .....	70
Quadro 3.2 – Tratamento das fissuras em função da sua largura .....	86
Quadro 3.3 – Patologias existentes no Edifício Bristol .....	90
Quadro 3.4 – Patologias existentes no Edifício Amoreiras .....	105
Quadro 3.5 – Patologias existentes no Edifício Valparaíso .....	111
Quadro 3.6 – Patologias existentes Edifício Solar da Ribeira .....	118

### 4. RECOMENDAÇÕES A ADOPTAR EM PROJECTOS DE REABILITAÇÃO DE FACHADAS E NA SUA EXECUÇÃO

Quadro 4.1 – Exigências funcionais dos rebocos tradicionais .....	124
Quadro 4.2 – Esquemas de revestimento adequados a suportes específicos .....	126
Quadro 4.3 – Normas de ensaio da serie EN ISO 10545 .....	128
Quadro 4.4 – Classes de cimentos-cola .....	131
Quadro 4.5 – Alturas mínimas dos dentes da talocha .....	132
Quadro 4.6 – Requisitos do suporte .....	132
Quadro 4.7 – Argamassas de assentamento .....	133
Quadro 4.8 – Espessura mínima de juntas de assentamento .....	136
Quadro 4.9 – Regras de qualidade mais relevantes .....	138
Quadro 4.10 – Tipos de tintas existentes no mercado .....	140
Quadro 4.11 – Características do suporte .....	141
Quadro 4.12 – Procedimentos a adoptar se o revestimento apresentar danos .....	144
Quadro 4.13 – Causas possíveis que levam ao aparecimento de fissuras .....	154

## INDICE

1. INTRODUÇÃO	
1.1 Enquadramento Geral .....	1
1.2 Enquadramento Legal .....	2
1.3 Âmbito do Estudo.....	6
1.4 Objectivos .....	8
1.4.1 Objectivo Geral do Estudo .....	8
1.4.2 Objectivos Específicos .....	8
1.5 Estrutura do Trabalho .....	9
2. PATOLOGIA EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS RECENTES	
2.1 Introdução .....	11
2.2 Tipos de Patologia .....	11
2.3 Projecto de Fachada .....	15
2.4 A principal causa da patologia .....	19
2.5 Durabilidade .....	20
2.6 Patologia em Revestimentos Cerâmicos .....	24
2.6.1 Descolamento .....	25
2.6.2 Fissuras .....	27
2.6.3 Destacamentos .....	28
2.6.4 Eflorescências .....	28
2.6.5 Deterioração das juntas .....	29
2.6.6 Deficiências de assentamento .....	30
2.7 Patologia em Revestimentos por Pintura .....	32
2.7.1 Após a aplicação do revestimento .....	33
2.7.1.1 Bicos de alfinete .....	33
2.7.1.2 Casca de laranja .....	33
2.7.1.3 Enrugamento .....	34
2.7.1.4 Escorridos .....	34
2.7.1.5 Exsudação .....	35
2.7.1.6 Flutuação de Cor .....	35
2.7.1.7 Formação de Crateras .....	36
2.7.1.8 Retraccção .....	37
2.7.1.9 Marcas de Trincha .....	37
2.7.2 Durante a utilização do revestimento .....	38
2.7.2.1 Amarelecimento .....	38
2.7.2.2 Descoloração .....	38

2.7.2.3 Manchas .....	39
2.7.2.4 Destacamento, Delaminação .....	40
2.7.2.5 Pulverulência .....	41
2.7.2.6 Eflorescências .....	41
2.7.2.7 Fissuração .....	42
2.7.2.8 Intumescimento .....	44
2.7.2.9 Empolamentos .....	44
2.7.2.10 Perda de Brilho .....	45
2.7.2.11 Desenvolvimento de musgo, fungos e bactérias .....	45
2.8 Patologia em Revestimentos Pétreos .....	46
2.8.1 Descolamento .....	46
2.8.2 Manchas / Eflorescências .....	47
2.8.3 Fissuração .....	47
2.8.4 Crostas Negras .....	47
2.8.5 Filmes Negros .....	47
2.8.6 Gelividade .....	48
2.9 Os Agentes de Deterioração .....	48
2.9.1 A água .....	48
2.9.2 O gelo e os sais .....	49
2.9.3 Variações de Temperatura .....	50
2.9.4 Poluição atmosférica .....	50
2.10 Operações de Manutenção .....	50
2.10.1 Limpeza de fachadas .....	51
2.10.1.1 Procedimentos de limpeza .....	51
2.10.1.2 Avaliação dos procedimentos de limpeza .....	53
2.10.1.3 Limpeza de sujidades especiais .....	56
2.10.2 Tratamento contra a humidade .....	58
<b>3 PATOLOGIA EM FACHADAS NA CIDADE DE VALPAÇOS: CASOS DE ESTUDO</b>	
3.1 Introdução .....	60
3.2 Caracterização do território .....	60
3.3 Caracterização do edificado .....	62
3.4 Análise de Casos .....	65
3.4.1 Edifício Rossio .....	68
3.4.1.1 Descrição do Edifício .....	68
3.4.1.2 Descrição das fachadas .....	69
3.4.1.3 Registo e descrição das manifestações patológicas .....	70
3.4.1.4 Propostas de Intervenção .....	81
3.4.2 Edifício Bristol .....	87

3.4.2.1	Descrição do Edifício .....	87
3.4.2.2	Descrição das fachadas .....	89
3.4.2.3	Registo e descrição das manifestações patológicas .....	90
3.4.2.4	Propostas de Intervenção .....	93
3.4.2.5	Proposta de Intervenção Alternativa .....	94
3.4.2.5.1	Análise e tratamento do suporte .....	95
3.4.2.5.2	Aplicação do adesivo .....	96
3.4.2.5.3	Colocação do isolamento .....	96
3.4.2.5.4	Aplicação da camada de base armada .....	98
3.4.2.5.5	Aplicação da camada de primário .....	99
3.4.2.5.6	Aplicação da camada de acabamento .....	99
3.4.2.5.7	Pontos singulares .....	99
3.4.3	Edifício Amoreiras .....	104
3.4.3.1	Descrição do Edifício .....	104
3.4.3.2	Descrição das Fachadas .....	104
3.4.3.3	Registo e descrição das manifestações patológicas .....	105
3.4.3.4	Propostas de Intervenção .....	107
3.4.4	Edifício Valparaíso .....	110
3.4.4.1	Descrição do Edifício .....	110
3.4.4.2	Descrição das fachadas .....	110
3.4.4.3	Registo e descrição das manifestações patológicas .....	111
3.4.4.4	Propostas de Intervenção .....	115
3.4.5	Edifício Solar da Ribeira .....	116
3.4.5.1	Descrição do Edifício .....	116
3.4.5.2	Descrição das fachadas .....	117
3.4.5.3	Registo e descrição das manifestações patológicas .....	118
3.4.5.3	Propostas de Intervenção .....	119
3.4.6	Conclusões dos casos analisados .....	120
4	RECOMENDAÇÕES A ADOPTAR EM PROJECTOS DE REABILITAÇÃO DE FACHADAS E NA SUA EXECUÇÃO	
4.1	Introdução .....	122
4.2	Rebocos Tradicionais .....	123
4.2.1	Exigências funcionais .....	123
4.2.2	Aplicação do reboco .....	124
4.2.3	Condições de aplicação .....	125
4.2.4	Composição das argamassas consoante o tipo de suporte .....	125
4.2.5	Preparação do suporte .....	126
4.2.5.1	Suporte de betão .....	126
4.2.5.2	Suporte de alvenaria de tijolo .....	126

4.2.5.3 Suporte de alvenaria antiga .....	127
4.3 Revestimentos Cerâmicos .....	127
4.3.1 Ensaios .....	128
4.3.2 Condições de aplicação .....	129
4.3.3 Argamassa de assentamento .....	129
4.3.4 O suporte .....	132
4.3.5 Assentamento do revestimento Cerâmico .....	133
4.3.6 Juntas .....	134
4.3.7 Preenchimento das Juntas .....	136
4.3.8 Limpeza .....	137
4.3.9 Qualidade do revestimento.....	138
4.3.10 Prevenções na execução .....	139
4.4 Revestimentos por Pintura .....	139
4.4.1 Suporte .....	141
4.4.2 Condições de aplicação .....	142
4.4.3 Regras para aplicação .....	142
4.4.4 Repinturas .....	143
4.5 Pormenores de Execução .....	144
4.5.1 Platibandas .....	144
4.5.2 Parede Dupla Exterior .....	146
4.5.2.1 Isolamento no interior da caixa-de-ar .....	146
4.5.2.2 Isolamento pelo exterior .....	150
4.5.2.3 Drenagem de Águas Pluviais .....	153
4.6 Prevenção contra o aparecimento de fissuras .....	153
4.7 Prevenção no aparecimento de sujidades .....	154
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	156
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	158



## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Enquadramento Geral

É reconhecida nas sociedades contemporâneas, a importância cultural e económica da conservação do património arquitectónico e urbano, assim como, da reabilitação do parque habitacional.

Trata-se de um sector estratégico, também no contexto europeu, no sentido de haver uma preocupação com a sustentabilidade das políticas urbanas e da arquitectura, já que possui uma extraordinária cultura de cidades, que constitui um dos seus mais importantes recursos no quadro da nova economia.

Em termos percentuais, o sector da reabilitação já representa aproximadamente 40% da actividade da indústria da construção civil europeia, um valor muito superior ao nacional (cerca de 6%).

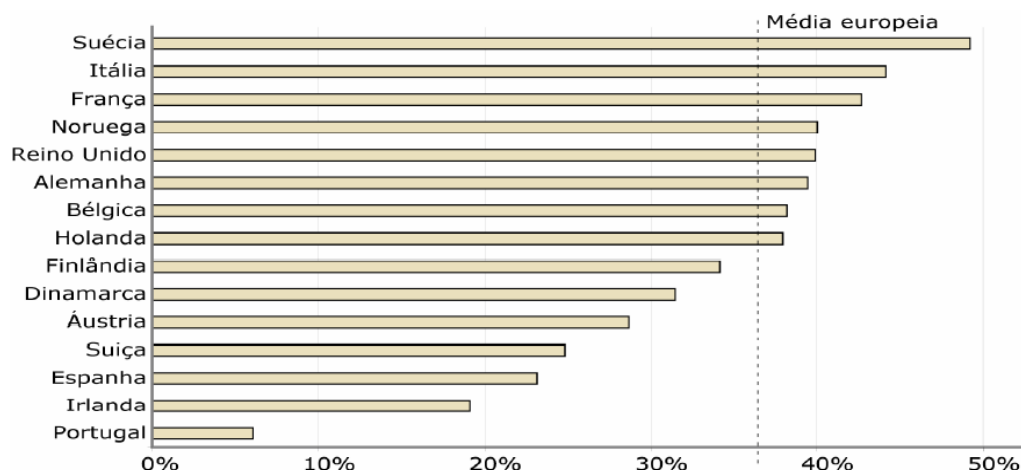


Figura 1.1 - Segmento da reabilitação no sector da construção em 2002 [1]

Assiste-se, no contexto europeu, a um dos maiores crescimentos, deste sector de actividade, nos últimos 20 anos, assumindo-se de grande importância na estrutura produtiva do sector da construção. Tal facto, deve-se, porventura, às crescentes exigências dos consumidores europeus em termos de conforto, segurança e utilização de novas tecnologias.

No conjunto dos países europeus, Portugal é o que menos usa e mais sistematicamente deixa degradar o parque habitacional, prevalecendo ainda atitudes de construir de novo ao invés de reconstruir/reabilitar o parque habitacional existente. Isto porque, não existem ainda políticas concertadas para a promoção e aproveitamento sistemático do parque edificado existente e da salvaguarda do património urbano.

Existem outras justificações para que este sector não se consiga fortalecer no nosso país. Desde logo, a reduzida expansão neste segmento é explicada por vários factores do passado e alguns do presente, nomeadamente o facto da forte emigração e do êxodo rural não permitirem a criação de potencialidades para investimentos de recuperação. Também a inexistência de um mercado de arrendamento competitivo e atractivo, sobretudo nas grandes cidades, contribui para o não crescimento deste sector, que, aliado às facilidades de crédito à aquisição de habitação e às taxas de juro favoráveis que se verificaram no passado, potenciaram a construção de habitação própria, que na nossa sociedade tem um valor social enorme.

No entanto, actualmente, a actividade de conservação e reabilitação em Portugal tem registado taxas de crescimento significativas, devido a algumas políticas públicas e a programas de recuperação que incentivam a intervenções no parque habitacional existente em zonas históricas, à existência de benefícios fiscais e financeiros de apoio à conservação de edifícios, ao aumento dos preços da habitação nova e das taxas de juro.

O Sector da Construção em Portugal é um sector forte, sendo responsável por cerca de 8% do produto interno bruto e emprega cerca de 10% da população activa. No entanto, o sector dos edifícios aposta sobretudo na construção de edifícios novos. Daí que mais de 20% dos edifícios existentes têm menos de 10 anos [2].

Entre 1991 e 1999, o ritmo médio de construção atingiu um rácio de 8.4 novos edifícios por ano por 1000 habitantes. Em 1999 e em 2000 este número aumentou até 10.0 novos edifícios por ano e por 1000 habitantes [3]. Apesar do elevado ritmo de construção nova verificado nos últimos anos, o parque edificado português é ainda um parque envelhecido e degradado, havendo uma grande dificuldade no cumprimento da legislação relativa à conservação dos edifícios, com vista a melhorar as suas características de habitabilidade.

Para além do objectivo fundamental de defender, de conservar e de aproveitar os recursos disponibilizados pelo nosso património construído, temos hoje, de conseguir dotá-lo de capacidade de resposta perante as exigências de uma vida contemporânea. Essas exigências passam por integrar valores sociais, ambientais e de sustentabilidade, e de conseguir soluções economicamente viáveis e de preservação da plástica urbana.

Ao longo da vida dos edifícios, devem existir preocupações de manutenção e reabilitação, sendo as fachadas, um dos componentes que maior cuidado deverá

merecer, uma vez que, se encontram mais expostas aos mecanismos de degradação sendo, por outro lado, a cara visível de uma construção.

Pela sua complexidade, a conservação do património, a regeneração urbana e, em particular, a reabilitação das fachadas das construções, implicam uma componente técnica interdisciplinar e altamente especializada que urge promover e apoiar, no nosso país. Apoio esse, que passa necessariamente pelo estabelecimento de políticas e de normas regulamentares que visem a promoção e o incentivo à reabilitação urbana e do edificado.

## **1.2 Enquadramento Legal**

Em termos de normativas portuguesas, o sector da reabilitação sempre se considerou parco, quando comparado com os restantes países europeus.

Interessa pois, como forma de comprovar o pouco empenhamento no que se refere à aprovação de medidas que fomentem uma verdadeira política no sector da reabilitação, tecer um breve enquadramento em termos de legislação que foi ao longo dos anos posta em prática, no nosso país.

Como é conhecido, na década de 70 viveu-se em Portugal, uma grande pressão junto das cidades e áreas metropolitanas, onde abundavam bairros de construção clandestina com graves problemas socio-económicos. Em 21 de Julho de 1972 foi promulgada a portaria n.º 398/72, que reconhecia que as condições mínimas de habitabilidade (higiene, segurança e salubridade) eram as exigíveis no Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU).

Depois, em 1974, por se denotar que as disposições do RGEU não estavam a ser cumpridas por imperativos de economia, designadamente na habitação social, surgiu o Decreto-Lei n.º 650/75, de 18 de Novembro [4]. Este diploma teve em conta a evolução das exigências de habitabilidade e os critérios disponíveis para as assegurar e introduziu importantes alterações ao RGEU mas, continuava a não diferenciar as obras novas das de reabilitação.

Em 6 de Novembro de 1976, surge o Decreto-Lei n.º 804/76 que passa a regulamentar o enquadramento do processo de recuperação de áreas de construção clandestina e recomenda a sua legalização após a elaboração de estudos necessários.

Dado que a maioria das construções clandestinas não cumpria as prescrições mínimas impostas pelo RGEU, foi publicada a Portaria n.º 243/84 de 17 de Abril, que

veio fixar tolerâncias e condições mínimas de habitabilidade para este tipo de construções.

Em 6 de Fevereiro de 1990 foi publicado o Decreto-Lei n.º 40/90, Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), que constitui a primeira base regulamentar no que se refere ao comportamento térmico dos edifícios, promovendo a melhoria das condições de conforto através da arquitectura e das tecnologias construtivas. Este regulamento, em conjunto com o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização de Edifícios (RSECE), pretendia impor um leque de regras técnicas destinadas a garantir requisitos mínimos de eficiência energética para a concepção de edifícios.

No entanto, devido à falta de capacidade das entidades fiscalizadoras na sua aplicação, uma grande maioria dos edifícios construídos não cumpriam os requisitos mínimos obrigatórios constantes da referida legislação, que por si só já era pouco exigente.

Procurando fazer face às dificuldades acima enunciadas, foi publicado em 1 de Julho de 2006 o Decreto-Lei n.º 78/2006 que é suportado pelo RSECE e RCCTE (DL 79/2006 e DL 80/2006) que são de aplicação obrigatória desde Julho de 2006. A entrada em vigor do Sistema de Certificação Energética (SCE) foi definida pela Portaria 461/2007 e estabelece o faseamento da sua aplicação. Estes diplomas, transpuseram para o direito português a Directiva Comunitária 2002/91/CE de 16 de Dezembro de 2002, que impunha a sua transcrição a todos os Estados-membros.

Nesse sentido, e como acima referido, foi criado um pacote legislativo composto pelos novos RCCTE e RSECE e complementados pelo SCE. Além de a sua criação ser justificada pela Directiva comunitária, serviu também para criar uma nova forma de abordar o sector dos edifícios no nosso país, nomeadamente na melhoria da qualidade dos projectos, concepção, construção, manutenção e numa maior responsabilização dos técnicos que intervêm no processo.

Pretende-se, com o novo Regulamento, aumentar o grau de exigência e melhorar o desempenho energético de referência para os edifícios a construir, bem como para os a renovar [5].

Esse grau de exigência foi aumentado, através de alterações efectuadas ao RCCTE anterior, das quais se destacam:

- passagem para cerca de metade dos valores de U (coeficiente de transmissão térmica) de paredes, coberturas e pavimentos exteriores;

- reforço das propriedades dos envidraçados, em termos de isolamento térmico, estanqueidade ao ar e controlo solar;
- factor de forma do edifício, de modo a que os que tenham envolventes demasiado recortadas sejam forçados a adoptar um maior grau de isolamento para não excederem o nível regulamentar das necessidades de energia de climatização;
- recurso a tecnologias solares, passivas e activas;
- melhoria de eficiência de equipamentos [5].

Paralelamente à nova legislação acima referida e por forma a contrariar os elevados consumos energéticos no sector dos edifícios e reduzir a dependência de Portugal do petróleo, que contrariamente aos restantes Estados-membros, continua a aumentar, o XVII Governo Português lançou um plano nacional de acção para a eficiência energética. Assim, com este programa de incentivo à reabilitação urbana sustentável, pretende que até 2015, 1 em cada 15 lares possua classe energética optimizada, que 1 em cada 15 edifícios possua água quente solar.

Para poder alcançar as referidas metas, prevê benefícios no licenciamento à construção eficiente, acesso ao crédito pessoal bonificado para financiamento de medidas eficientes, prémios por redução efectiva no consumo de electricidade para investir em medidas com vista a melhorar a eficiência energética das habitações, entre outras.

A maioria dos edifícios degradados foram construídos antes da existência de regulamentação térmica de edifícios, apresentando uma deficiente qualidade térmica e energética, que se traduz essencialmente, em envolventes com um isolamento térmico insuficiente.

É de prever que a reabilitação térmica e energética de edifícios constitua uma das vias mais promissoras para a correcção de situações de inadequação funcional, proporcionando a melhoria da qualidade térmica e das condições de conforto dos seus habitantes.

No entanto, outro dos desafios da actividade de reabilitação, diz respeito às fachadas dos edifícios, que são um dos elementos que carece de intervenções exigentes, obrigando à escolha de processos e soluções que permitam trabalhar com suportes difíceis, que evitem o mais possível a necessidade de demolições, que facilitem a sua aplicação e que permitam a execução dos trabalhos no mais curto prazo de tempo possível [6].

### 1.3 Âmbito do Estudo

O presente estudo tem um âmbito mais restrito, centrando-se apenas em propor intervenções de reabilitação para a envolvente exterior dos edifícios que são uma componente crucial no que diz respeito à sua funcionalidade, sendo também, a primeira impressão visual de uma determinada construção.

Os revestimentos de fachada, são portanto, um elemento funcional com papel bem definido num edifício, nomeadamente de protecção, acabamento final e complemento das vedações.

Entende-se que as funções de protecção estão associadas às exigências de durabilidade dos elementos estruturais, procurando proteger os elementos de vedação e a estrutura dos agentes agressivos do exterior, evitando uma acção directa sobre estes.

No que se refere ao cumprimento das funções de vedação, os revestimentos que compõem a fachada de um determinado edifício, deverão possuir estanquidade ao ar e água, protecção termo-acústica, protecção contra a radiação solar e funções de segurança, nomeadamente contra a intrusão e a acção do fogo.

Mas, como é sabido, também ao longo da sua vida, todos os edifícios sofrem alterações dimensionais, deslocações e variações de volume, que conseqüentemente dão origem a tensões, que provêm sobretudo de fenómenos de variação de temperatura e humidade e que se reflectem no desempenho dos revestimentos exteriores. As variações dimensionais podem afectar as construções, os materiais e componentes, originando comportamentos diferenciais entre as partes do edifício, nomeadamente diferenças entre a estrutura, os elementos que constituem as alvenarias e as argamassas [7].

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, nomeadamente sanidade, higiene e segurança dos utilizadores.

Podem dividir-se as intervenções de reabilitação em fachadas em edifícios antigos e edifícios correntes. Este trabalho apenas se irá centrar nos edifícios correntes. No entanto, neste tipo de edifícios, pode assistir-se a dois tipos de reabilitação distintos, a reabilitação estética e a reabilitação funcional.

Entende-se por reabilitação estética, a procura de soluções que visem a recuperação dos revestimentos existentes, através da execução de novos acabamentos que

possuam características exigíveis à fachada em causa, nomeadamente no que se refere à impermeabilidade à água, permeabilidade ao vapor de água, resistência aos agentes atmosféricos, entre outros. Enquadra-se também no âmbito deste tipo de reabilitação as operações de limpeza e de protecção de superfícies.

A reabilitação funcional assenta sobretudo em preocupações com a impermeabilização e eficiência térmica das fachadas. No que se refere à questão da melhoria da impermeabilidade dos paramentos exteriores, incluem-se as soluções com vista ao tratamento de fissuras e a impermeabilização da envolvente exterior através de soluções de acabamento de base polimérica.

Relativamente às questões de eficiência térmica das fachadas, assumem particular relevância as soluções que consistem na aplicação de um sistema de isolamento térmico pelo exterior, nomeadamente com a utilização do sistema ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems with Rendering), constituído por placas de poliestireno expandido fixas ao revestimento existente e revestidas com um reboco delgado armado e por um acabamento decorativo.

Como é sabido, as fachadas dos edifícios são compostas por revestimentos que podem ser de diferentes tipos. Neste trabalho, haverá dois tipos de revestimentos que terão uma atenção especial, por serem os que maior representação possuem no concelho onde o estudo se centrou: revestimentos cerâmicos e de pintura.

Mas esta tendência concelhia reflecte-se também quando comparado com o âmbito nacional, onde estes dois tipos de revestimento são os mais usados.

Portugal tem uma grande tradição na utilização de revestimentos cerâmicos no revestimento de fachadas. É reconhecida a influência que a azulejaria exerceu na concepção arquitectónica das fachadas dos edifícios portugueses, que aliás dificilmente encontra paralelo em qualquer outro País [5].

Actualmente, a Indústria portuguesa produtora de ladrilhos cerâmicos consegue compatibilizar perfeitamente a perpetuação das características da azulejaria tradicional com meios de produção tecnologicamente actualizados, a nível Mundial. No entanto, apesar do desenvolvimento da indústria cerâmica, muitas vezes o desempenho deste revestimento fica muito aquém do esperado. Alias, são cada vez mais frequentes os casos que obrigam a intervenções precoces de reabilitação, para enfrentar os problemas de descolamentos em fachadas com este revestimento [5].

No presente trabalho serão exemplificados alguns casos onde os revestimentos cerâmicos apresentam patologias que necessitam de intervenção. No entanto, é

necessário ter ciente que existe uma grande variabilidade de revestimentos cerâmicos e que os mesmos podem ser aplicados por procedimentos diferentes.

Assim, os revestimentos cerâmicos podem ser fixos ao suporte mediante técnicas onde são usados produtos aderentes ou fixados por dispositivos. De entre os aderentes pode-se estar perante uma aderência mecânica quando os ladrilhos são assentes directamente aos suportes com argamassas tradicionais, ou por adesão, quando os ladrilhos são colados directamente aos suportes com argamassas-cola delgadas, obtidas a partir de produtos preparados e predoseados em fábrica.

Além dos revestimentos cerâmicos, os revestimentos de pintura representam uma grande parte dos revestimentos exteriores nos edifícios existentes, que, por isso, também vão merecer atenção neste trabalho.

## **1.4 Objectivos**

### **1.4.1 Objectivo Geral do Estudo**

Após uma breve introdução e enquadramento ao tema é de crucial importância definir o seu objectivo geral que se centra em analisar manifestações patológicas que afectam os revestimentos de fachada com exemplificação de casos práticos, averiguar as causas que estiveram na sua origem e propor acções com vista à sua correcção, elaborando-se posteriormente um conjunto de recomendações que sirvam de base a quem projecta, no sentido, de ser diminuída a probabilidade de ocorrência de anomalias em fachadas nos novos edifícios a construir.

### **1.4.2 Objectivos Específicos**

Em termos mais específicos, os objectivos são os seguintes:

1. Averiguar quais as patologias mais frequentes em revestimentos de fachada;
2. Caracterizar o edificado existente numa determinada área de intervenção;
3. Verificar quais os revestimentos mais representativos e quais as anomalias mais frequentes nesse território;
4. Identificar quais os edifícios que apresentam problemas patológicos, que mereçam um estudo mais detalhado;
5. Relacionar as manifestações de patologia identificadas com os diferentes tipos de revestimento exterior de fachada;
6. Identificar as causas mais prováveis que estiveram na origem patológicas identificadas nos edifícios seleccionados;



7. Apontar soluções de reabilitação/restauro conservativas salvaguardando a funcionalidade e o aspecto estético da fachada exterior nos casos de estudo;
8. Reunir um conjunto de recomendações a ter em conta aquando da elaboração dos projectos e na execução da respectiva obra, com vista à eliminação de eventuais manifestações patológicas futuras.

### **1.5 Estrutura do Trabalho**

Esta dissertação foi subdividida em cinco capítulos.

O primeiro (Capítulo 1), compreendeu uma abordagem geral sobre o tema, respectivo enquadramento do estado actual, uma breve introdução à temática dos revestimentos, referindo a sua importância no contexto do edifício e as funções que o mesmo deve possuir. São ainda apresentados os principais objectivos a atingir com o presente estudo.

O segundo capítulo (Capítulo 2), abarcou uma abordagem ao estado do conhecimento, através de um levantamento de manifestações patológicas mais frequentes em revestimentos de edifícios recentes, focando, essencialmente, os revestimentos por pintura e cerâmicos, aliás, os mais representativos no concelho onde o estudo foi realizado.

No capítulo terceiro (capítulo 3) foi efectuada uma caracterização da realidade física do edificado existente numa área de estudo previamente definida, procurando perceber quais os revestimentos de fachada que predominam e as anomalias mais frequentes que os mesmos apresentam.

No quarto capítulo (Capítulo 4), foram analisados cinco edifícios residenciais situados na cidade de Valpaços. Análise essa, que integrou procedimentos diferenciados, na medida em que numa primeira abordagem foram identificados problemas patológicos presentes nas fachadas dos mesmos, através de uma inspecção visual apoiada em informações orais dos seus utilizadores e documentos escritos, nomeadamente, o projecto aprovado pelo Município. Identificada a patologia, através de uma análise cuidada ao estado do edifício, com apoio a recolha fotográfica, procurou-se efectuar o diagnóstico mais provável para o aparecimento da mesma, propondo-se uma forma de intervenção com vista à sua eliminação. No final do presente capítulo são tecidas algumas conclusões sobre a análise dos casos efectuada. A metodologia adoptada neste capítulo está exemplificada na figura 1.2.

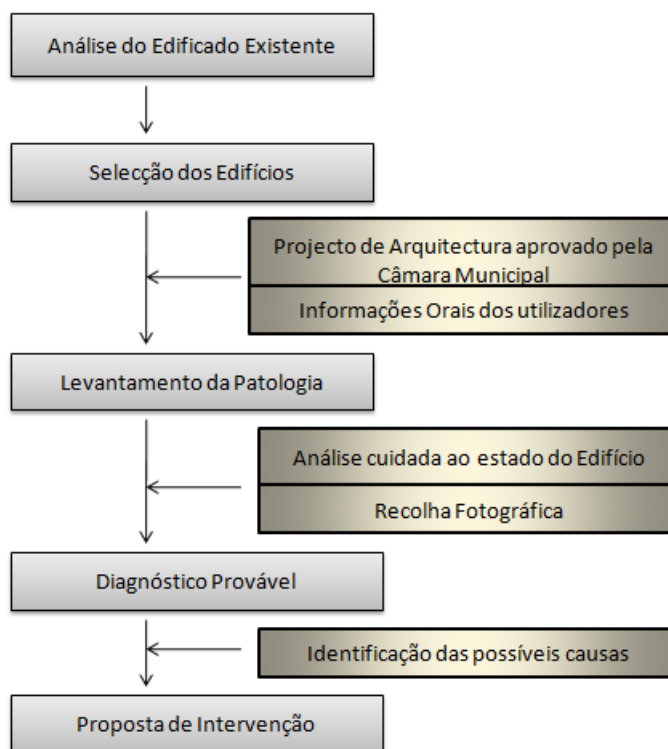


Figura 1.2 – Metodologia adoptada na abordagem dos casos de estudo

O capítulo seguinte (Capítulo 5) procura definir acções tendentes a minimizar/eliminar o aparecimento da patologia, através de recomendações, que orientam na definição de soluções e sua execução, quer para a reabilitação de fachadas de edifícios correntes, quer para edifícios a construir, consoante o tipo de revestimento, no sentido de se garantir, que, se as mesmas forem adoptadas aquando da elaboração dos respectivos projectos de execução, asseguram resultados satisfatórios a longo prazo.

Finalmente são tecidas considerações finais onde se explanam as principais conclusões obtidas com a realização do presente estudo.

## **2. PATOLOGIA EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS RECENTES**

### **2.1 Introdução**

Actualmente, existe um maior esforço no sentido de melhorar a qualidade da construção, no entanto, assiste-se com frequência, em edifícios recentes, a um aparecimento diversificado de manifestações patológicas.

São inúmeras as manifestações patológicas que afectam a envolvente exterior dos edifícios. Estas, advêm da conjugação de vários factores, designadamente, a evolução da tecnologia e de novos materiais não acompanhada pelos vários agentes interventivos no sector da construção, a celeridade muitas vezes imposta na realização dos projectos, a redução forçada do tempo de execução das obras, a pouca preparação quer dos projectistas, quer da mão-de-obra, a incompatibilidade das várias especialidades que compõem os projectos, aliada à falta de pormenorização, a ausência de um correcto planeamento e à existência de uma fiscalização pouco exigente.

### **2.2 Tipos de Patologia**

Entende-se por patologia todas as manifestações, que ao longo da vida útil de determinado edifício, prejudicam o seu desempenho. No entanto, apenas serão estudadas as que ocorrem nos revestimentos exteriores dos edifícios.

Assim, é de crucial importância conhecer, em primeiro lugar, as variadas origens que conduzem ao aparecimento da patologia. Nesse sentido, podem classificar-se em quatro tipos, a saber [5]:

- Congénitas – são aquelas originárias da fase de projecto, em função da não observância das normas técnicas, ou de erros e omissões dos projectistas, que resultam em falhas no detalhe e concepção inadequada dos revestimentos. São responsáveis por grande parte das avarias registadas em edificações.
- Construtivas – quando a sua origem está relacionada com a fase de execução da obra, resultante do emprego de mão-de-obra desqualificada, produtos não certificados, ausência de metodologia para assentamento das peças, o que, segundo pesquisas mundiais, também são responsáveis por grande parte das anomalias em edificações.
- Adquiridas – quando ocorrem durante a vida útil dos revestimentos, sendo resultado da exposição ao meio em que se inserem, podendo ser naturais, decorrentes da agressividade do meio, ou da acção humana, em função de manutenção inadequada

ou realização de interferência incorrecta nos revestimentos, danificando as camadas e desencadeando um processo patológico.

- Acidentais – caracterizadas pela ocorrência de algum fenómeno atípico, resultado de uma solicitação invulgar, como a acção da chuva com ventos de intensidade superior ao normal e até mesmo incêndio. A sua acção provoca esforços de natureza imprevisível, especialmente na camada de base e sobre as juntas, quando não atinge até mesmo as peças, provocando movimentações que irão desencadear processos patológicos em cadeia. [8]

É habitual responsabilizar-se apenas as empresas construtoras pelos defeitos de construção, quando, muitas vezes, esses também resultam de uma deficiente concepção ou omissão por parte dos projectistas.

Assim, determinada patologia pode ter origem, quer devido a falhas na fase de projecto, quando os materiais escolhidos não são compatíveis com as condições de uso, ou quando não há um estudo cuidado das interacções do revestimento com outros elementos do edifício, quer devido a erros na fase de execução, quando a mão-de-obra não é especializada, ou quando, não há um adequado controlo do processo de produção.

Geralmente, os projectos são insuficientes no que respeita à especificação dos materiais a empregar, características, pormenores de execução e representação dos pontos singulares a escalas convenientes, assim como, recorrem cada vez mais a opções arquitectónicas potenciadoras de patologias, nomeadamente pela incidência mais directa nas fachadas dos agentes climatéricos e pela sua maior esbelteza e desenvolvimento [9].

No que se refere às características da mão-de-obra disponível para trabalhar na construção, sabemos que tem vindo a mudar. A disponibilidade de mão-de-obra experiente, sujeita a longos períodos de aprendizagem, reduziu substancialmente.

Por outro lado, algumas soluções arquitectónicas correntes hoje em dia e os ritmos de construção excessivamente rápidos praticados na actualidade, tornam a construção em geral e as paredes em particular extremamente sensíveis à qualidade de execução [10].

Para além dos problemas decorrentes de um deficiente projecto de execução e da utilização de mão-de-obra não qualificada, o aparecimento da patologia nas envolventes exteriores dos edifícios, prende-se, também, por aspectos de cariz económico.

Relativamente aos aspectos de carácter económico, a selecção das soluções a empregar na realização de paredes, deveria resultar de uma ponderação mais consistente do que a habitualmente efectuada entre nós, considerando no custo global, a construção, utilização e manutenção. Habitualmente, pondera-se apenas o custo de construção sem ter em conta os outros aspectos, designadamente a qualidade da execução e manutenção [10].

Por esse motivo, e com vista a um maior ganho económico no custo global de um edifício ao longo do tempo, é fundamental, que na fase de projecto, se tenha em consideração todas as medidas que visem o prolongamento da vida útil ou da durabilidade do edifício.

Com o passar do tempo, os problemas patológicos que emergem nas fachadas dos edifícios vão-se agravando, daí que, como expressa a Lei de Sitter, as correcções são mais duráveis, mais fáceis de executar e mais baratas, quanto mais cedo forem realizadas.

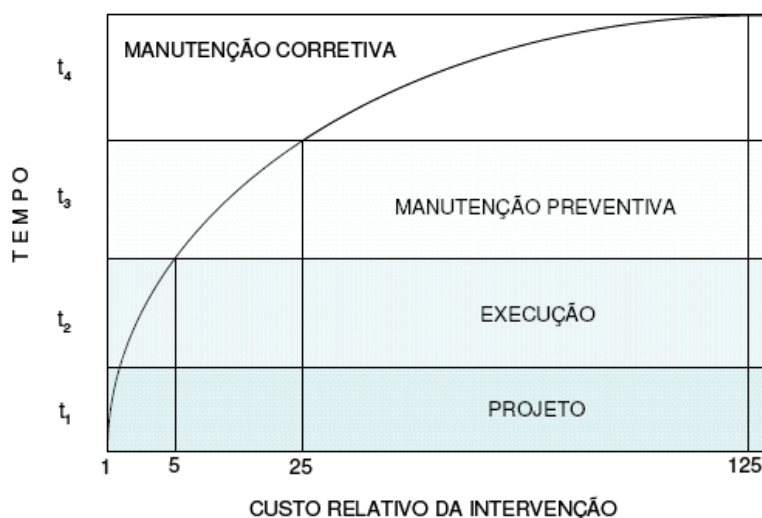


Figura 2.1 – Lei de evolução de custos ou Lei de Sitter [11]

Assim, como exemplificado na figura 2.1, se as decisões que impliquem o prolongamento da vida útil de uma fachada, forem definidas na fase de projecto, implicam um custo mais reduzido.

Se por outro lado, essas medidas não estiverem previstas em projecto e forem postas em prática, apenas na fase de execução, conduzem a um custo cinco vezes mais elevado, para se alcançar o mesmo tempo de vida útil.

As operações isoladas de manutenção (manutenção preventiva), nomeadamente, pinturas, limpezas de fachadas, impermeabilizações, entre outras, que têm como objectivo assegurar condições favoráveis da fachada durante o seu período de vida útil, podem custar vinte e cinco vezes o valor, se as mesmas fossem consideradas em fase de projecto.

Finalmente, se a fachada já atingiu um nível de desempenho inferior ao definido em projecto, apresentando anomalias claras, é necessária uma intervenção de reparo ou reforço (manutenção correctiva), à qual está associada um custo cento e vinte e cinco vezes maior do que se as mesmas fossem contempladas na fase de projecto.

Pode também afirmar-se, que, a insuficiente qualidade do projecto e a existência de erros e omissões, são a causa mais relevante para a existência de desvios, entre o custo estimado e o custo final da obra.

Por outro lado, em termos de desempenho, são geralmente forçadas intervenções nas fachadas dos edifícios, sejam elas preventivas ou correctivas, para que esta consiga atingir o período de vida útil definido em projecto.

Dependendo do estado de degradação que determinada fachada tenha atingido, assim, se deverá optar pela operação de manutenção, mais vantajosa, a levar a efeito. Ou se prefere uma intervenção mais intensa quando começarem a figurar os primeiros sinais de degradação, ou se vão efectuando operações mais localizadas, e dessa forma, mais repetidas ao longo do tempo.

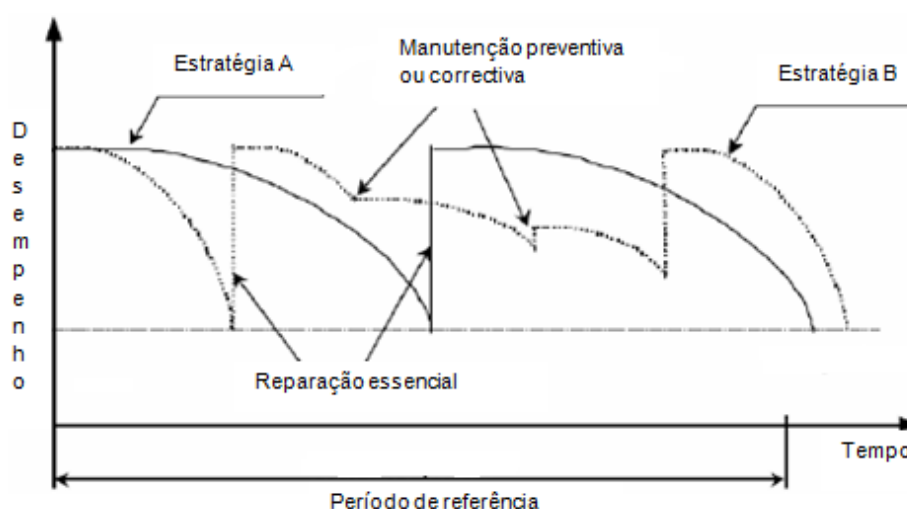


Figura 2.2 – Influência das acções de manutenção na vida útil de uma construção [12]

Assim, as manifestações de patologia que se desenvolvem frequentemente nas fachadas dos edifícios, resultam, sobretudo, da existência de um projecto deficiente

em termos de soluções construtivas, restrições de carácter económico e utilização de mão-de-obra deficiente.

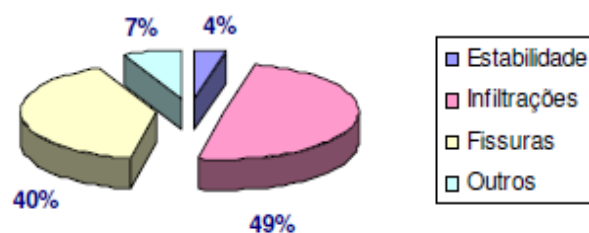


Figura 2.3 - Anomalias mais frequentes em paredes exteriores [10]

De acordo com o representado na figura 2.3, facilmente se depreende que as anomalias mais frequentes em paredes exteriores são as que derivam de infiltrações e da existência de fissuras e que a humidade é a principal causa de patologias em fachadas.

Isto acontece, porque, muitas vezes os projectos não estruturais de um edifício não apresentam a qualidade que lhes é exigida, talvez por não lhes ser atribuída a importância devida, quer por parte dos projectistas, quer pelo organismo licenciador, quando comparados, por exemplo, com o projecto de estabilidade e estruturas.

### 2.3 Projecto de Fachada

Determina a legislação, que qualquer obra de edificação terá que ser sujeita a um processo de licenciamento.

Para isso, as equipas projectistas têm que elaborar os respectivos projectos, tendo como base o preceituado na legislação vigente e apresentá-los à entidade licenciadora competente.

Segundo o Regime Jurídico da Urbanização e Edificação, em vigor (DL 60/ 2007 de 4 de Setembro) e de acordo com a Portaria 232/2008 de 11 de Março, o projecto com vista ao licenciamento de obras de edificação, para além dos documentos comprovativos de identificação do titular, do prédio ou prédios abrangidos e plantas que afirmam a conformidade da intenção de edificação com os planos de ordenamento do território vigentes, são necessários os seguintes elementos:

1. Projecto de arquitectura, que deverá ser constituído pelos seguintes elementos:

- Planta de implantação, desenhada sobre levantamento topográfico à escala de 1:200 ou superior, incluindo o arruamento de acesso, com indicação das dimensões e área do terreno, áreas impermeabilizadas e respectivo material;
  - Plantas, à escala de 1:50 ou 1:100, contendo as dimensões e áreas e usos de todos os compartimentos, bem como a representação do mobiliário fixo e equipamento sanitário;
  - Alçados, à escala de 1:50 ou 1:100, com a indicação das cores e dos materiais dos elementos que constituem as fachadas e a cobertura, bem como as construções adjacentes, quando existam;
  - Cortes longitudinais e transversais, à escala de 1:50 ou 1:100, abrangendo o terreno, com indicação do perfil existente e o proposto, bem como das cotas dos diversos pisos;
  - Pormenores de construção, à escala adequada, esclarecendo a solução construtiva adoptada para as paredes exteriores do edifício e sua articulação com a cobertura, vãos de iluminação/ventilação e de acesso, bem como com o pavimento exterior envolvente;
  - Discriminação das partes do edifício correspondentes às várias fracções e partes comuns, valor relativo de cada fracção, expressa em percentagem ou permilagem, do valor total do prédio, caso se pretenda que o edifício fique sujeito ao regime da propriedade horizontal.
2. Memória descritiva e justificativa, que deverá conter os seguintes elementos:
- Descrição e justificação da proposta para a edificação;
  - Enquadramento da pretensão nos planos municipais e especiais de ordenamento do território vigentes e operação de loteamento se existir;
  - Adequação da edificação à utilização pretendida;
  - Inserção urbana e paisagística da edificação referindo, em especial, a sua articulação com edificado existente e o espaço público envolvente;
  - Indicação da natureza e condições do terreno;
  - Adequação às infra-estruturas e redes existentes;
  - Área de construção, volumetria, área de implantação, cêrcea e número de pisos acima e abaixo da cota de soleira, número de fogos e respectiva tipologia;
  - Quando se trate de pedido inserido em área unicamente abrangida por plano director municipal deve também referir-se a adequabilidade do projecto com a política de ordenamento do território contida naquele plano.
3. Estimativa do custo total da obra
4. Calendarização da execução da obra



5. Quando se trate de obras de reconstrução deve ainda ser junta fotografia do imóvel.
6. Projectos das especialidades:
  - Projecto de estabilidade que inclua o projecto de escavação e contenção periférica;
  - Projecto de alimentação e distribuição de energia eléctrica e projecto de instalação de gás, quando exigível, nos termos da lei;
  - Projecto de redes prediais de água e esgotos;
  - Projecto de águas pluviais;
  - Projecto de arranjos exteriores;
  - Projecto de instalações telefónicas e de telecomunicações;
  - Estudo de comportamento térmico;
  - Projecto de instalações electromecânicas, incluindo as de transporte de pessoas e ou mercadorias;
  - Projecto de segurança contra incêndios;
  - Projecto acústico.
7. Termos de responsabilidade subscritos pelos autores dos projectos quanto ao cumprimento das normas legais e regulamentares aplicáveis.
8. Declaração emitida pela associação pública de natureza profissional.
9. Documento comprovativo de possuir as habilitações adequadas para subscrever o projecto.
10. Ficha com os elementos estatísticos, devidamente preenchida com os dados referentes à operação urbanística a realizar.

Como se pode verificar, os elementos que devem figurar num projecto, e que a lei exige, podem considerar-se parcoss, no que se refere à obrigatoriedade de desenvolver soluções construtivas a adoptar para as envolventes exteriores dos edifícios.

Curiosamente, a Portaria 232/2008 de 11 de Março, que veio revogar a Portaria 1110/2001 de 19 de Setembro (referente ao DL 555/99 de 16 de Dezembro), apenas acrescenta aos elementos de projecto, a necessidade de definir o uso a que as fracções se destinam, não adicionando novas exigências para as práticas construtivas, nomeadamente, no que se refere às fachadas dos edifícios.

Contudo, o novo Regime Jurídico da Urbanização e Edificação, trouxe algumas inovações, nomeadamente ao nível do reforço da responsabilização dos promotores, subscritores dos projectos e dos responsáveis técnicos pela direcção das obras, através da criminalização da conduta por falsas declarações, agravamento das coimas

e ampliação temporal das sanções acessórias. Outras novidades do DL 60/2007 são a criação da figura do gestor do procedimento, que assegura o desenvolvimento da tramitação processual e o coordenador de projecto, que atesta a compatibilidade entre o projecto e as normas legais e regulamentares.

Este novo regime jurídico, vigora apenas a partir de Março de 2008, pelo que ainda não se sentem grandes efeitos ao nível do aumento da qualidade dos projectos, que urge incentivar no seio dos projectistas, uma vez que a elaboração de projectos com qualidade técnica, baliza de imediato, a qualidade da intervenção e contribui decisivamente para melhorar o desempenho das construções e reduzir a ocorrência de defeitos. Da análise da figura 2.4, facilmente se comprova que os defeitos a nível dos projectos, são o factor, que mais contribuí para o aparecimento de anomalias nos edifícios.

Um estudo realizado recentemente, afirma que a qualidade dos projectos de edifícios é baixa e que 64% dos projectos obtiveram nota “Medíocre” ou “Mau”, e só 2% obtiveram “Bom”. Um outro estudo, demonstrou que a utilização das ferramentas de cálculo é assustadoramente deficiente [13].



Figura 2.4 – causas de anomalias em edifícios [14]

Como se viu no ponto anterior, todas as decisões tomadas em fase de projecto, são mais duráveis, mais fáceis de executar e mais baratas. Nesse sentido, torna-se necessário inverter o pensamento dos Donos de Obra e dos projectistas, de forma a haver uma maior consciencialização para a importância da qualidade dos projectos, procurando resolver parte dos problemas na fase do projecto e não em obra.

Além disso, e de forma a ultrapassar este desiderato, deverá haver uma avaliação mais rigorosa das soluções adoptadas em projecto por parte de todos os intervenientes neste processo, traduzidas numa correcta compatibilidade das soluções estruturais com os requisitos das outras áreas disciplinares, na existência de especificações técnicas, numa pormenorização das soluções construtivas para as

paredes exteriores a uma escala conveniente e sua articulação com a cobertura e com os vãos, a escolha de materiais de revestimentos com características compatíveis ao ambiente em que o edifício se insere, bem como, a descrição detalhada do seu modo de aplicação.

Pelo exposto, pode afirmar-se que a maior parte das vezes, os revestimentos dos edifícios não obedecem a um correcto planeamento. Planeamento esse, que deve necessariamente assentar, num projecto que abarque um leque de questões que vão desde a pormenorização, propriedades dos materiais, localização e constituição das juntas de dilatação, metodologia de execução, conjugação com os diversos elementos integrantes da fachada, metodologia de controlo do recebimento dos materiais em obra, preparação dos suportes, assentamento e acabamento final.

Havendo um correcto planeamento, obtém-se certamente uma solução de revestimento de boa qualidade, de desempenho satisfatório e de elevada durabilidade e impermeabilidade.

Para obter padrões de satisfação de determinado revestimento, deve sempre olhar-se para o revestimento, como sendo um elemento inseparável do seu suporte, sendo que, o suporte de qualquer tipo de revestimento tem que possuir funções importantíssimas, nomeadamente estabilidade, resistência mecânica e conforto higrotérmico.

#### **2.4 A principal causa da patologia**

Como referido anteriormente, as humidades são, de facto, a principal causa pelo aparecimento de patologia em fachadas, isto porque, a fachada dos edifícios, como elemento fundamental da sua envolvente exterior, padece de uma das agressões físicas mais severas, a água de infiltração proveniente das chuvas.

Para além das humidades que advém da água da chuva (humidades de infiltração), existem outro tipo de humidades que podem estar presentes na fachada, designadamente humidades de microcapilaridade, de condensação e acidentais.

Uma das causas para a presença de humidade nas fachadas é a consequência da penetração de água do exterior, devido à estrutura porosa do material de revestimento presente na fachada e do seu coeficiente de absorção.

Em situações onde a fachada de determinado edifício apresente soluções construtivas horizontais ou com pouca inclinação, haverá uma maior tendência para acumulação de água nessas zonas e, conseqüentemente, maior será a intensidade da infiltração.

São ainda zonas críticas, propícias à ocorrência de infiltrações, as aberturas construtivas (juntas) e a existência de fissuras.

A humidade capilar tende a aparecer em fachadas, como consequência da ascensão de água presente no solo. No entanto, este tipo de humidade é mais relevante no caso de estudo de partes enterradas do edifício, que não representa o âmbito do presente trabalho.

Por outro lado, a humidade de condensação ocorre como consequência da condensação de vapor de água e manifesta-se através do aparecimento de manchas e bolores nos paramentos interiores das paredes e também não vão ser alvo do presente estudo.

Estamos perante situações de humidade accidental quando, por exemplo, existe uma rotura de uma canalização de água. Este tipo de humidade é a mais fácil de identificar sob o ponto de vista do processo patológico, pelo aparecimento de manchas de humidade junto ao ponto de rotura.

Numa fachada existem pontos, onde a presença de humidades é habitual. A zona de arranque de muros devido à possível existência de humidade provenientes de ascensão capilar e microcapilaridade. No paramento vertical da fachada na sua globalidade, devido à porosidade dos materiais de revestimento, à presença de fissuras ou até devido à existência de juntas mal vedadas. É ainda frequente o aparecimento de humidades de condensação, no paramento vertical de um edifício em zonas onde existam pontes térmicas.

Todos os panos horizontais ou com pouca inclinação, são pontos que propiciam a acumulação de águas, que tendem a facilitar a infiltração, originando manchas de humidade e consequentemente outro tipo de patologia, como a degradação dos rebocos.

Os remates superiores, nomeadamente nas platibandas, são também pontos críticos, onde a humidade está na base do aparecimento de patologias, devido a falhas no sistema de capeamento, que advêm quer de uma deficiente configuração por inexistência de inclinação na direcção transversal, quer por uma má aplicação do mesmo.

## **2.5 Durabilidade**

As fachadas de um dado edifício são compostas por revestimentos, revestimentos esses que devem possuir determinadas características de forma a manterem o seu

desempenho, sob as condições previstas para o seu uso, durante um dado período de tempo, que representa a sua vida útil.

A essa capacidade chama-se durabilidade, que depende sobretudo dos materiais que são utilizados na fachada, das condições de exposição a que a mesma está sujeita, às condições do seu uso e também a acções de manutenção realizadas.

Passado o período de tempo em que os materiais de revestimento perdem o seu desempenho esperado, podem sofrer um conjunto de transformações na sua pele, motivadas por uma série de influências exógenas e endógenas que actuam de forma simultânea, ou seja, começa o seu processo de envelhecimento.

O conceito envelhecimento é muito vasto e por isso ambíguo, dada a multiplicidade de possíveis causas e efeitos. Depende de factores tão aleatórios como a meteorologia e a agressividade ambiental. De outros, mais controláveis, como as características dos materiais, a composição da fachada, o controlo de qualidade aquando da execução da obra e também, do tipo de operações de manutenção previstas e das realmente efectuadas, ao longo da vida do edifício [15].

Relativamente aos materiais de revestimento, têm influência no seu envelhecimento superficial, as características da sua pele e a sua porosidade. A pele, varia de material para material em termos de propriedades e espessura, enquanto que, a porosidade é importante pela sua relação com a presença de água e, por conseguinte, com os processos de alteração.

No que se refere às influências que são submetidos os parâmetros exteriores dos edifícios, estas, podem ser exógenas e endógenas.

As exógenas, englobam todas as acções que advém do ambiente que rodeia os edifícios e operam através de dois mecanismos: o da intempérie, que representa um conjunto de acções físico-químicas que os agentes atmosféricos (água, vento, vapor, gases atmosféricos, mudanças de temperatura e radiações solares) exercem sobre os materiais, e das incrustações, que advém de acções de partículas sólidas, orgânicas ou inorgânicas, que se acumulam, depositam e proliferam sobre os paramentos gerando alterações físico-químicas [15].

As endógenas, advém dos materiais que constituem a fachada, nomeadamente da qualidade dos mesmos e do controlo aquando da execução dos paramentos. Podem ser originadas por substâncias contidas nos próprios materiais, ou transportadas através dos mesmos, manifestando-se no seu exterior devido a fenómenos de humidade e evaporação, ou como simples defeitos superficiais: eflorescências e

manchas. Podem também resultar de substâncias contidas em materiais adjacentes, quando estamos em presença de diferentes tipos de materiais no mesmo paramento, provocando agressões entre eles na presença de humidades [15].

Toda a transformação da pele dos revestimentos exteriores de fachada, contribui para o seu envelhecimento. As incrustações, por exemplo, embora sejam um fenómeno meramente aparente, alteram consideravelmente o aspecto de um paramento e estão intimamente relacionadas com os fenómenos de envelhecimento das fachadas, como a exposição aos agentes climatéricos ou o aparecimento de manchas e eflorescências.

A causa imediata ou directa para o aparecimento de sujidades é a contaminação atmosférica e, em particular, a fracção sólida ou o conjunto de partículas suspensas na atmosfera susceptíveis de se acumularem sobre os paramentos da fachada dos edifícios, provocando uma mudança de tonalidade da superfície [15].

A proveniência e natureza dessas partículas é muito variada: sulfatos, nitratos, silicatos, fuligem, catiões metálicos, compostos orgânicos, etc. Para além da natureza, o tamanho das partículas é fundamental, uma vez que determinará o tempo de permanência em suspensão atmosférica, assim como, o modo da deposição sobre os paramentos, que poderá ser por via húmida (precipitação) ou via seca [15].

Essas partículas depositadas sobre os paramentos, passam a integrar o material de revestimento da fachada e apenas são eliminados mediante procedimentos específicos de limpeza. A adesão das partículas ao suporte pode ser de cinco classes: força gravítica, união química, forças moleculares, forças eléctricas e tensão superficial.

Com o passar do tempo, a sujidade depositada vai aumentando e incrustando-se na fachada, alterando-se sob influência dos agentes climatéricos e das próprias características dos materiais. Assim, pode dizer-se que os factores que contribuem para o desenvolvimento de incrustações nas fachadas e para o seu consequente envelhecimento estão intrinsecamente relacionados com o meio climático envolvente, com a natureza dos materiais de revestimento e com a composição das paredes exteriores do edifício.

No que se refere ao meio climático em que o edifício se insere, o vento, a chuva, a temperatura e o vapor de água, são factores determinantes. O vento, exerce uma influência evidente no transporte de produtos contaminantes, sendo nas partes baixas da fachada e em zonas abrigadas, onde este incide com menor intensidade, facilitando

a sua deposição. Nas zonas mais expostas das fachadas, o vento tem um efeito abrasivo.

Por outro lado, a chuva, atinge principalmente a parte superior da fachada, assim como, as extremidades laterais, que, através da actuação simultânea do vento, proporciona uma acção de limpeza, que dependendo da sua magnitude, podem actuar sobre os depósitos contidos nas fachadas. Após a saturação do material de revestimento, a água começa a escorrer pela fachada, provocando uma erosão físico-química sobre o mesmo, arrastando as partículas de sujidade depositadas, o que contribui para a formação de manchas.

A influência da temperatura é ainda determinante para o desenvolvimento de incrustações / depósitos nas fachadas, uma vez que, favorece o aumento da pressão de saturação do ar e o conseqüente risco de condensação, que contribui para o aumento do número de partículas que podem aceder à superfície das fachadas.

A existência de humidade relativa elevada (vapor de água) favorece também a deposição de partículas.

Relativamente às características dos materiais, a porosidade, a rugosidade ou textura superficial, a cor e a dureza são ainda factores que influenciam o aparecimento de incrustações em fachadas, o que contribui para o seu envelhecimento.

A porosidade contribui para a formação da água escorrida, que, ao proporcionar uma lavagem indirecta sobre os paramentos, redistribui a sujidade pelos mesmos, formando-se manchas. Por outro lado, em materiais porosos, há uma tendência para a penetração de partículas nos seus poros, colmatando-os, o que aumenta a intensidade das sujidades [15].

No que concerne à rugosidade dos materiais de revestimento, se estes possuírem uma textura rugosa, são mais vulneráveis ao aparecimento de sujidades, quando comparados com materiais de superfícies polidas. Por outro lado, a cor e a tonalidade dos materiais de acabamento de uma fachada, influenciam a percepção das lesões nela contidas. A dureza dos materiais de revestimento tem uma interferência mais passiva, na medida em que, os choques das partículas de sujidade, sobre o revestimento podem fazer com que estas estacionem na superfície do revestimento ou sejam repelidas para o exterior [15].

Para além das características dos materiais, a composição das paredes exteriores, nomeadamente, as formas da fachada e os relevos que ela contém, também influenciam a deposição de sujidades.

A forma de determinada fachada afecta o modo de incidência do vento, que ao encontrar obstáculos modifica a sua trajectória, pelo que, a sua forma está relacionada com a magnitude com que o vento proporciona uma acção de lavagem sobre o paramento. Assim, a forma dos edificios influencia a distribuição das linhas de fluxo do vento, que, ao encontrar a fachada, exerce sobre esta, gradientes de pressão e sucção, que por um lado, permite o transporte de partículas e a sua deposição sobre os paramentos e por outro, exercem sobre esta uma acção de limpeza [15].

Ainda os relevos existentes numa fachada, nomeadamente, ornamentos, juntas, cornijas, sistemas de drenagem, entre outros, ao formarem discontinuidades, constituem fontes de acumulação de sujidades e possibilitam a acumulação de água proveniente da chuva.

Existem, para além das sujidades referidas, as causadas por organismos vivos ou de origem biológica, que diferem das anteriores por não apresentarem a típica banda encardida debaixo dos elementos salientes, ou seja, em zonas abrigadas não laváveis pela água da chuva.

Além disso, a sujidade provocada por fungos, caracteriza-se por um desenvolvimento concêntrico a partir de um ponto central, a origem do ataque. Se porventura, estamos perante uma contaminação causada por uma mistura de algas e fungos, o seu desenvolvimento apresenta-se sob uma forma cónica [15].

No entanto, para além dos efeitos estéticos, a agressão exercida pelos microrganismos sobre o substrato é variada e considerável.

A actividade bioquímica das bactérias causa deterioração e descamação em pedras naturais. As Algas, por sua vez, podem assimilar cal para o seu metabolismo, utilizando para isso, o carbonato de cálcio existente nas argamassas do substrato. Os fungos, atacam e destroem as cadeias carbonatadas de pinturas por assimilarem o carbono livre que as compõem. Por fim, os líquenes, podem estar simplesmente depositados superficialmente ou introduzidos vários milímetros na porosidade ou fendas do material de revestimento ou exercerem um ataque químico que transforma carbonatos em sais [15].

## **2.6 Patologia em Revestimentos Cerâmicos**

No que se refere ao aparecimento de anomalias nos revestimentos cerâmicos, os defeitos mais habituais são o descolamento e a fissuração.



No entanto, outros defeitos podem afectar o desempenho deste tipo de revestimentos, nomeadamente no que diz respeito:

- ao aspecto (enodoamento, eflorescências, desgaste excessivo, alteração da cor, deterioração das juntas, etc.);
- à segurança na utilização (falta de planeza, falta de aderência, etc.) [16].

A seguir, são descritas as manifestações de patologia mais comuns associadas aos revestimentos cerâmicos.

### 2.6.1 Descolamento

O deslocamento pode ser localizado ou generalizado. Descolamento localizado, quando se está perante deficiências localizadas de aplicação ou do suporte, podendo ter origem em pequenas fissuras, existir uma zona de concentração de tensões, entrada de água para o suporte, ou quando, se utilizam argamassas / cimentos-cola para além do seu tempo de abertura. O descolamento generalizado está normalmente associado à elevada expansão dos ladrilhos, falta de qualidade do material de colagem, deficiente aplicação ou à incompatibilidade entre as várias camadas do sistema [16].

Um dos sistemas de revestimento mais utilizados nas fachadas portuguesas é o cerâmico aderente e também, o que apresenta patologias com consequências mais gravosas.

O descolamento dos ladrilhos cerâmicos de paredes de fachadas é uma patologia tão grave quanto frequente neste tipo de sistema de revestimento. Para além das consequências funcionais, que o descolamento do revestimento cerâmico de fachadas implica, a queda de ladrilhos cerâmicos, representa um enorme perigo de danos humanos e materiais, substancialmente agravado em edifícios altos.



Figura 2.5 – Descolamento do cerâmico

O assentamento de elementos cerâmicos colados, pressupõe que o material de assentamento possua altas exigências de desempenho, dado que, o suporte, está sujeito a elevados esforços de corte e a cargas de arrancamento.

Nesse desígnio, deve-se ter em atenção, quer a correcta selecção do produto, quer o método de colagem usado, devendo ser apropriados à intensidade das acções previstas, ao tipo de utilização do revestimento e às características do suporte.

As argamassas cimentícias usadas no assentamento de revestimentos cerâmicos se forem demasiadamente ricas em cimento, podem provocar tensões de retracção elevadas, que associadas a uma baixa deformabilidade, tendem a provocar fissuração e desprendimento das placas de revestimento.

A ausência de juntas nos revestimentos, obviamente conduz à descolagem das placas do revestimento. Isto porque, a sua ausência, gera esforços extremamente elevados, impossíveis de serem absorvidos pelos elementos rígidos do revestimento, em que normalmente, a sua aderência à argamassa do suporte não é elevada. Se a aderência às placas de revestimento for elevada, assiste-se à rotura do revestimento, devido à magnitude dos esforços envolvidos.

Como as placas de revestimento cerâmico estão intimamente ligadas ao substrato, a existência de qualquer deformação, irá reflectir-se nos dois elementos.

Essas deformações, surgem devido ao aparecimento de tensões que podem advir de causas variadas, a saber:

- retracção da argamassa de assentamento, que por vezes é demasiado espessa ou contém uma razão A/C elevada;
- deformações devidas a variações de humidade que afectam as argamassas endurecidas;
- deformações devidas a infiltrações de água na fachada;
- dilatações devidas a variações de temperatura;
- deformação da estrutura.

A combinação destes factores, produz tensões permanentes no revestimento e conseqüentemente, na sua ligação ao suporte, acabando por romper essa ligação, quer por fadiga, quer pela magnitude das tensões.

As tensões principiam aquando da aplicação da argamassa de assentamento, que ao endurecer, diminui o seu volume devido à evaporação da água proveniente da hidratação do cimento, ocorrendo a retracção por secagem. À medida que a argamassa de assentamento vai secando, retrai-se o que faz com que apareçam

tensões de tracção, que conduzem a deformações na argamassa endurecida. Daí, a importância das juntas de dilatação, que contribuem para um alívio de tensões nos materiais. As referidas juntas de dilatação, projectadas para aliviar tensões, são normalmente mais largas do que as juntas de assentamento. A Sociedade Francesa de Cerâmica, recomenda a execução de juntas de dilatação separando áreas de aproximadamente 32 m<sup>2</sup> [16].

Para além do aparecimento de tensões, as anomalias nos revestimentos cerâmicos podem também advir de uma mão-de-obra deficiente na execução do revestimento, inadequação do adesivo usado, não preparação adequada do suporte e como anteriormente referido, a inexistência de juntas de dilatação.

As roturas adesivas na interface plaqueta cerâmica/cimento-cola podem indiciar a utilização de um adesivo que já tinha ultrapassado o seu tempo máximo de abertura ou adesivo inadequado para o grau de porosidade do revestimento. As roturas adesivas na interface cimento-cola/suporte podem indiciar uma contaminação do suporte por produtos pulverulentos, suporte excessivamente quente ou seco no momento da aplicação ou adesivo inadequado para o seu grau de porosidade. O descolamento do revestimento da fachada pode dever-se à molhagem do suporte devido à inexistência de juntas entre plaquetas e, eventualmente, pela acção de temperaturas, choque térmico e ciclos gelo-degelo [18].

### 2.6.2 Fissuras

Quando existem variações térmicas ou de humidade gera-se um estado de tensões internas, que podem ultrapassar o limite de resistência das placas do revestimento, causando fissuração.



Figura 2.6 – Fissura no cerâmico

O aparecimento de fissuras pode também resultar de uma deformação do edifício, podendo as tensões ser transferidas para os revestimentos.

De uma maneira geral, a fissuração neste tipo de revestimento, está associada a movimentos do suporte, onde há incompatibilidade com a deformabilidade do produto de colagem, com a resistência à tracção do cerâmico e com a dimensão das juntas e sua colmatação [16].

Um factor decisivo para que o revestimento fissure devido a um movimento acentuado do suporte, é a resistência ao corte do sistema de colagem. Uma vez que, se a aderência for baixa, origina deslocamento e por outro lado, se a aderência for elevada, origina fissuração. Não quer isto dizer que se depreende que o suporte tem movimentos excessivos ou que o revestimento é demasiado frágil, pode é afirmar-se que o suporte e o revestimento têm deformações e capacidade de deformação incompatíveis, o que resulta de erros de concepção [16].

Por vezes, quando se usa no assentamento do revestimento argamassa feita em obra, a retracção devido à hidratação do cimento, pode traccionar o revestimento, causando a formação de fissuras.

### **2.6.3 Destacamentos**

Os destacamentos são uma perda de aderência entre o suporte e o revestimento. A primeira evidência do aparecimento desta patologia, verifica-se aquando da presença de um som oco quando percutido.

As causas mais comuns para o seu aparecimento são:

- instabilidade do suporte;
- suporte recém executado aquando do assentamento do revestimento;
- deformação da estrutura de betão armado;
- variações higrotérmicas e de temperatura;
- ausência de detalhes construtivos;
- assentamento sobre superfície contaminada;
- utilização de argamassa;
- mão-de-obra deficiente;
- mau controlo dos serviços.

### **2.6.4 Eflorescências**

Esta anomalia é caracterizada pelo aparecimento de depósitos cristalinos, de cor esbranquiçada, na superfície do revestimento. Depósitos esses que aparecem, em geral, quando os sais solúveis das argamassas são transportados através dos poros

do revestimento, que solidificam em contacto com o ar, causando os referidos depósitos. Os sais solúveis além de presentes nas argamassas de fixação ou rejuntamento, podem ainda estar contidos nas placas de cerâmica ou nos componentes da alvenaria.

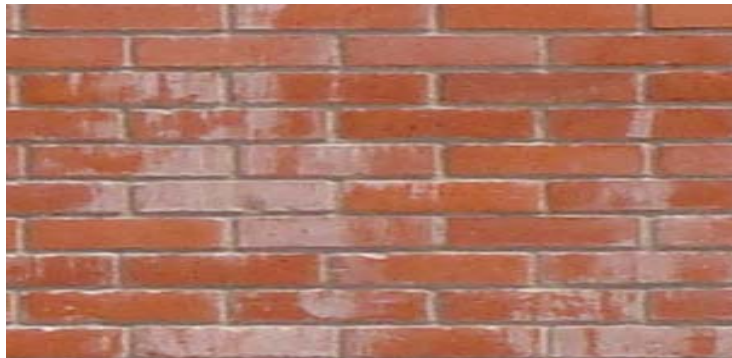


Figura 2.7 – Eflorescências no Cerâmico

Quimicamente a eflorescência é formada principalmente por sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-ferrosos (cálcio e magnésio solúveis ou parcialmente solúveis em água). Por acção da água da chuva ou proveniente do solo estes são dissolvidos e migram para a superfície e com a evaporação da água resulta a formação de depósitos salinos.

A quantidade de água, o tempo de contacto, a temperatura e a porosidade dos materiais, são factores que contribuem para o aparecimento desta patologia.

Para evitar o aparecimento de eflorescências, devem ser tomadas algumas precauções, nomeadamente:

- utilizar argamassas com baixo teor de alcalis;
- usar revestimento cerâmico de boa qualidade, que não contenha na sua composição sais solúveis;
- antes da aplicação do revestimento, garantir que o suporte se encontra devidamente seco.

#### **2.6.5 Deterioração das juntas**

Durante o assentamento do revestimento cerâmico, devem executar-se juntas com a largura necessária para que haja uma adequada acomodação às movimentações, quer do próprio revestimento, quer da argamassa de assentamento.

A deterioração das juntas ocorre quando há perda da estanquidade das mesmas, ou pelo facto, de o material de preenchimento se apresentar envelhecido. O acesso de

água através da argamassa de assentamento, gera esforços devido à dilatação e contração, conduzindo também à formação de eflorescências.

Por outro lado, a perda de estanquidade das juntas, principia-se aquando da sua execução, se os procedimentos de limpeza utilizados não forem os adequados, podendo provocar dano no material aplicado, que, quando exposto a agentes atmosféricos agressivos e/ou solicitações mecânicas, podem originar o aparecimento de fissuras, que se tornam locais privilegiados para a ocorrência de infiltrações.

### 2.6.6 Deficiências de Assentamento

Normalmente, dá-se pouca importância ao tardo das peças de revestimento cerâmico antes da sua aplicação. Mas é importante ter em conta, se as mesmas são lisas ou rugosas.

Dependendo da superfície do revestimento a aplicar, assim se terá de programar a argamassa de assentamento a utilizar, nomeadamente a sua espessura, podendo optar-se por uma argamassa adesiva à base de cimento ou convencional. Se a argamassa de assentamento não for adequadamente escolhida e uniformemente aplicada, poderá ocorrer destacamento do revestimento.



Figura 2.8 - Espalhamento do adesivo no suporte [5]

No quadro que se segue estão representados os principais tipos de patologia que podem ocorrer quando estamos perante revestimentos cerâmicos, enumerando-se os seus sintomas e as causas mais prováveis para o seu aparecimento.

Quadro 2.1 - Patologias mais correntes em ladrilhos cerâmicos quando em uso [19]

<b>Tipo de Patologia</b>	<b>Sintomas</b>	<b>Causas mais prováveis</b>
Deslocamento	Perda de aderência, relativamente ao suporte, com ou sem empolamento. Na maior parte dos casos não é possível recolocar os ladrilhos por estes não caberem no espaço que anteriormente ocupavam.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Movimentos diferenciais suporte-sistema de revestimento.</li> <li>•Aderência insuficiente entre camadas do sistema de revestimento.</li> <li>•Falta de juntas elásticas no contorno do revestimento.</li> <li>•Deficiências do suporte (deficiências de limpeza, planeza, porosidade).</li> </ul>
Fissuração	Fissuras que atravessam toda a espessura dos ladrilhos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Fendilhação do suporte, ou movimentos diferenciais suporte-revestimento que provocam tracção nos ladrilhos.</li> <li>•Contração ou expansão do produto de assentamento dos ladrilhos.</li> <li>•Choque violento ou choque de ladrilhos mal assentes.</li> <li>•Rotura por flexão em ladrilhos mal assentes.</li> </ul>
Esmagamento ou lascagem nos bordos dos ladrilhos		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Movimentos diferenciais suporte-sistema de revestimento, que resultam em compressão dos ladrilhos.</li> </ul>
Endoamento prematuro	Manchas de produtos endoantes na face útil dos ladrilhos	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Seleccção inadequada dos ladrilhos, que não teve em conta a severidade do uso inerente ao espaço revestido; ladrilhos com classificação funcional insuficiente para o espaço revestido.</li> <li>•Abertura de poros na superfície dos ladrilhos; em consequência do desgaste, ou de ataque químico, que retêm a sujidade.</li> </ul>
Riscagem ou desgaste prematuro dos ladrilhos	Zonas evidenciando riscagem ou desgaste profundo ou desaparecimento do vidrado dos ladrilhos.	
Alteração de cor	Alteração localizada da cor inicial dos ladrilhos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desgaste nas zonas de maior circulação.</li> <li>•Ataque químico.</li> </ul>
Despreendimento do vidrado	Crateras rodeadas por fissuras concêntricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Seleccção inadequada dos ladrilhos que não teve em conta a severidade das acções de choque ou de gelo que se verificam em uso.</li> </ul>
Deficiências de planeza		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Irregularidades de superfície do suporte que o produto de assentamento não pode disfarçar.</li> <li>•Não cumprimento das regras de qualidade sobre planeza geral ou localizada da superfície do sistema.</li> <li>•Empeno dos ladrilhos.</li> </ul>
Escorregamento		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Humedecimento inisitado dos ladrilhos.</li> <li>•Eliminação, em consequência do desgaste, da rugosidade superficial que garantia a resistência ao escorregamento.</li> </ul>

## 2.7 Patologia em Revestimentos por Pintura

As manifestações patológicas em revestimentos de pintura, podem ocorrer em duas fases distintas, após a aplicação do revestimento e durante a sua utilização. No entanto, antes da utilização de qualquer produto de pintura, deve-se ter o cuidado de verificar se o mesmo se encontra em condições de ser utilizado.

Assim, haverá que previamente averiguar se a embalagem se encontra dilatada, se o espessamento apresentado é o devido, se haverá formação de pele, gelificação ou sedimentação.

A embalagem dilatada é consequência da formação de gases durante a armazenagem do produto de pintura. Este dano, ocorre devido à temperatura elevada durante o armazenamento, o que faz com que a embalagem aumente de volume e altere a composição do produto de forma irreversível [20].

O espessamento caracteriza-se pelo aumento da consistência / viscosidade do produto de pintura sem que por essa razão o mesmo fique inutilizado [20]. Este, deve-se ao facto de, por vezes, as embalagens não estarem devidamente fechadas, havendo uma evaporação da componente volátil, aumentando a viscosidade do produto. Também, um excesso de tempo de armazenamento faz com que o espessamento ocorra, principalmente nas tintas aquosas.

O aparecimento de uma pele sobre a superfície do produto de pintura, na embalagem, durante o armazenamento, ocorre devido ao produto estar sujeito a uma temperatura elevada durante o armazenamento, ou ainda, devido a embalagens mal vedadas o que possibilita a evaporação da componente volátil do produto, permitindo a formação de uma película superficial [20].

A gelificação caracteriza-se pela transformação total ou parcial do veículo de uma tinta, verniz ou produto similar, em gel, o qual, torna impossível a sua aplicação, mesmo após a adição do solvente ou agitação [20]. Ocorre devido à entrada de oxigénio e humidade atmosférica para o interior da embalagem, por esta se encontrar mal fechada, que possibilita a reticulação irreversível de certos ligantes, originando um gel. Também temperaturas elevadas e longo tempo de armazenamento podem originar produtos gelificados.

Por outro lado, a sedimentação consiste na deposição de resíduos no fundo da embalagem do produto de pintura. Este tipo de dano, ocorre devido, quer a temperaturas elevadas durante o armazenamento, quer a embalagens mal fechadas,



quer ainda, a tempos excessivos de armazenagem. Estes três factores podem originar um depósito duro no fundo da embalagem.

## **2.7.1 Após a aplicação do revestimento**

### **2.7.1.1 Bicos de Alfinete**

A presença desta patologia, verifica-se na camada superficial do revestimento, onde figuram pequenos orifícios na superfície da tinta, com as dimensões de uma picada de alfinete. A presença dos bicos de alfinete podem criar pontos de entrada de humidade e agentes contaminantes.

O seu desenvolvimento deve-se à rápida evaporação do solvente em simultâneo com a diminuição da temperatura resultante do processo químico e do aumento do peso específico.

Normalmente esta patologia aparece devido a:

- uma limpeza ou preparação inadequada;
- utilização de solventes impróprios, diluição excessiva, fraca homogeneização, incompatibilidade com a base;
- aplicação inadequada (espessura reduzida ou elevada, agitação violenta);
- condições atmosféricas desfavoráveis aquando da aplicação.

### **2.7.1.2 Casca de Laranja**

Esta patologia é caracterizada por um aspecto irregular do revestimento e deve-se à rotura da superfície como consequência da incapacidade de nivelamento do filme, provocada pela sua viscosidade elevada e uma evaporação excessiva do solvente.

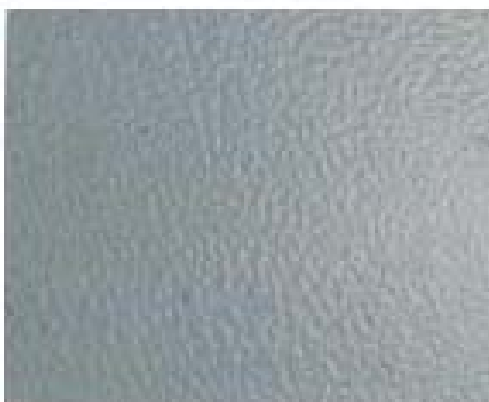


Figura 2.9 – Casca de laranja

Normalmente esta patologia aparece devido a:

- superfície não se encontrar uniforme;
- utilização de solventes e diluentes inadequados ou em quantidades incorrectas;
- viscosidade excessiva do produto;
- deficiente aplicação com equipamentos impróprios;
- condições atmosféricas desfavoráveis aquando da aplicação.

### 2.7.1.3 Enrugamento

Patologia caracterizada pela formação de rugas na película durante o processo de secagem [20]. Este enrugamento surge quando há uma secagem rápida da camada superior da pintura, que por sua vez, possui uma dilatação superior à da camada inferior. O enrugamento pode afectar a impermeabilidade e o desempenho do revestimento.



Figura 2.10 - Enrugamento

Normalmente o enrugamento da película da tinta, durante a secagem, aparece devido:

superfície não se encontrar limpa;

- utilização de produto de pintura inadequado;
- produto de pintura muito espesso;
- deficiente aplicação, não respeitando o tempo de secagem entre camadas;
- condições atmosféricas desfavoráveis aquando da aplicação.

### 2.7.1.4 Escorridos

Irregularidades locais da espessura da película, provocadas pelo escorrimento dum produto de pintura, durante a secagem em posição vertical ou inclinada [20]. Esta patologia deve-se quer à evaporação lenta do solvente ou ao atraso na sua evaporação, quer ainda, à presença de irregularidades na superfície provocando um excesso de tinta localizado.

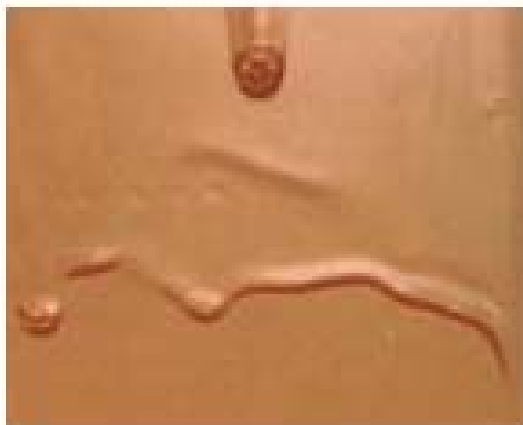


Figura 2.11 - Escorridos

Normalmente esta patologia aparece devido a:

- excesso de humidade na superfície;
- superfícies irregulares;
- tinta muito espessa;
- aplicação inadequada;
- intervalo muito curto entre demãos;
- condições atmosféricas desfavoráveis aquando da aplicação.

#### **2.7.1.5 Exsudação**

Esta patologia ocorre devido à difusão, na superfície do revestimento, de constituintes de camadas anteriormente aplicadas, através do aparecimento de manchas e alteração da cor da superfície onde foi aplicada a pintura. Assim, os constituintes de camadas inferiores podem migrar para a superfície, antes ou durante o processo de secagem.

Normalmente esta patologia aparece devido a:

- deficiente preparação da base;
- utilização de secantes inadequados ou em quantidades excessivas;
- condições de aplicação desfavoráveis;
- condições atmosféricas desfavoráveis aquando da aplicação.

#### **2.7.1.6 Flutuação de Cor**

A flutuação de cor caracteriza-se por uma variação na uniformidade da cor devido à separação de um ou mais pigmentos utilizados na formulação do produto, por possuírem características físicas e químicas diferentes (dimensão, forma, peso específico e densidade) [20]. Ao se separarem, distribuem-se irregularmente na superfície, tornando-se evidente durante a secagem.

Esta patologia, ocorre geralmente em revestimentos com cores fortes onde são utilizados na sua formulação dois ou mais pigmentos.



Figura 2.12 – Flutuação de cor

Normalmente esta patologia aparece devido a:

- superfície conter porosidade elevada e presença de humidade;
- utilização de pigmentos com características físico-químicas diferentes, pigmentos incompatíveis com as condições de exposição, deficiente homogeneização do produto, utilização de solventes e diluentes inadequados;
- baixa viscosidade do produto;
- aplicação inadequada;
- condições atmosféricas desfavoráveis aquando da aplicação (humidade excessiva, baixa temperatura).

#### **2.7.1.7 Formação de Crateras**

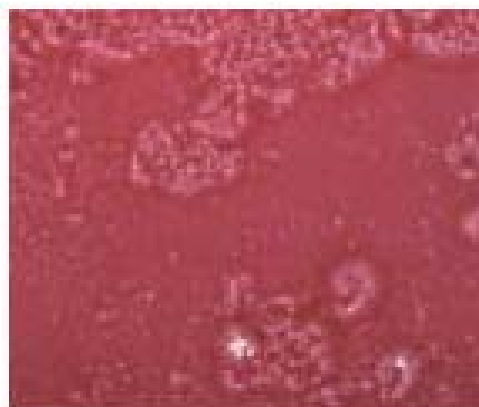


Figura 2.13 - Crateras

A presente patologia é caracterizada pela formação de depressões devido à presença de elementos estranhos na base, que normalmente, ficam retidos no centro da cratera.

Normalmente esta patologia aparece devido a:

- presença de partículas estranhas na base;
- viscosidade elevada do produto;
- incompatibilidade de constituintes na formulação do produto;
- condições desfavoráveis aquando da aplicação (poeira).

#### **2.7.1.8 Retracção**

A retracção aparece em áreas de superfície com espessura não uniforme [20]. A presente patologia deve-se ao facto de o produto não se espalhar completamente na superfície, o que pode acontecer logo após a sua aplicação.

Normalmente esta patologia aparece devido a:

- presença de sujidade ou agentes contaminantes na base;
- utilização de sistemas de pintura inadequados.

#### **2.7.1.9 Marcas de Trincha**

As marcas de trincha têm origem no processo de aplicação e caracterizam-se pela formação de estrias sensivelmente rectilíneas e paralelas que, em certos processos de aplicação, aparecem à superfície da película e persistem após secagem [20].



Figura 2.14 – Marcas de trincha

Normalmente esta patologia aparece devido a:

- presença de humidade na base e porosidade elevada;
- condições atmosféricas desfavoráveis aquando da aplicação (baixa temperatura);
- elevada viscosidade do produto;
- trinchas de pêlo demasiado rígido;
- porosidade excessiva da base;

- aplicação inadequada (espessuras elevadas, material de baixa qualidade, aplicação irregular).

## 2.7.2 Durante a utilização do revestimento

### 2.7.2.1 Amarelecimento

Durante o normal envelhecimento do revestimento, é frequente o desenvolvimento de uma cor amarela sobre o mesmo [20].

Esta anomalia deve-se à acção dos agentes atmosféricos (radiação solar, temperatura, humidade) sobre o ligante do produto, alterando a sua estrutura molecular, podendo formar-se na presença de luz ou na sua ausência [21].

As tintas com maior tendência para o amarelecimento são as de ligantes oleosos e alquídicos, por serem menos resistentes.

Normalmente esta patologia aparece devido a:

- utilização inadequada de secantes;
- aplicação inadequada (espessuras elevadas);
- condições de exposição desfavoráveis, humidade elevada e ventilação insuficiente;
- envelhecimento natural do revestimento.

### 2.7.2.2 Descoloração

A descoloração caracteriza-se pela perda parcial de cor de uma película de um revestimento de pintura [20]. Ou seja, assiste-se a uma perda da matéria corante do revestimento, quer devido ao processo natural de envelhecimento, quer devido às características do produto aplicado. Para além do envelhecimento natural do revestimento, a acção continuada dos agentes climatéricos e o contacto com agentes químicos, nomeadamente em operações de limpeza, também contribuem para o aparecimento desta patologia.



Figura 2.15 – Descoloração

Normalmente esta patologia aparece devido a:

- utilização de tintas com pouca resistência à acção de agentes atmosféricos;
- matérias corantes de fraca resistência à radiação solar;
- condições de exposição desfavoráveis.

### **2.7.2.3 Manchas**

O principal responsável pelo aparecimento de manchas é a poluição atmosférica, através do recobrimento dos revestimentos por pó, fuligem e partículas contaminantes.

Existem diversos factores que contribuem para o aparecimento de manchas: o vento, a chuva, a porosidade do material de revestimento e a forma das fachadas. O vento, porque fará dispersar as partículas podendo depositar-se na fachada do edifício. A chuva, porque ao escorrer sobre a fachada vai absorver os depósitos de sujidade arrastando-as. A porosidade do material, porque a água pode penetrar nos poros do revestimento, colmatando-os com a sujidade nela contida. A forma das fachadas, porque nas superfícies horizontais a deposição de partículas é maior, bem como, nas discontinuidades, que constituem pontos de acumulação de sujidades.

O aparecimento de manchas nos revestimentos, pode também ser caracterizado pela existência de zonas de cor ou brilho [20]. A aplicação de produtos sobre superfícies porosas, pode resultar no aparecimento de manchas e diferenças de espessura do revestimento.

Normalmente esta patologia aparece devido a:

- base de aplicação com porosidade e/ou rugosidade heterogénea, permitindo a absorção diferencial do ligante do acabamento, ausência ou aplicação incorrecta de selante, contaminação da base, presença de resíduos de decapantes anterior que reagem com o novo produto de pintura originando a alteração química dos constituintes que se manifesta pelo aparecimento de manchas;
- sistema de pintura inadequado, com baixo poder de cobertura;
- condições de aplicação desfavoráveis. Aplicação com correntes de ar que podem transportar elementos contaminantes;
- exposição da película ainda húmida à chuva ou à condensação. A água redissolve determinadas substâncias solúveis da película e quando evapora origina manchas semelhantes a pingos de água;

- condições de exposição desfavoráveis. A reação de constituintes do produto de pintura com atmosferas poluídas, promove o desenvolvimento de sulfuretos que apresentam uma cor escura.

#### 2.7.2.4 Destacamento

A presente patologia caracteriza-se pela perda de aderência do revestimento, ou de uma separação espontânea da película de pintura da sua base de aplicação por falta de aderência [20].



Figura 2.16 – Destacamento da tinta

Normalmente esta patologia aparece devido a:

- presença de excesso de humidade na base devido a defeitos de construção (presença de fissuras, remates, revestimentos porosos);
- presença de humidade na base devido a condições de aplicação desfavoráveis;
- presença de partículas não aderentes e sujidades;
- não aplicação de primário ou primário inadequado;
- escolha do produto não teve em cota as condições de exposição do revestimento;
- inadequada preparação da base;
- condições de exposição desfavoráveis (humidades e temperaturas elevadas, correntes de ar);
- incompatibilidade física, química e mecânica entre o produto de pintura e a base de aplicação;
- tempo insuficiente ou demasiado prolongado entre aplicações subsequentes, desrespeito pelo tempo de secagem entre demãos;
- mau doseamento, originando misturas com características diferentes das esperadas;



- não cumprimento da correcta mistura dos componentes do revestimento e desrespeito pelo tempo para aplicação após a mistura dos componentes.

#### 2.7.2.5 Pulverulência

A pulverulência deve-se ao aparecimento de uma poeira fina pouco aderente à superfície, proveniente da erosão superficial do ligante, que permanece na superfície sob a forma de pó [20].

Normalmente esta patologia ocorre devido a:

- envelhecimento natural do revestimento;
- sistemas de pintura inadequados. Sobrepigmentação, ligação ligante/pigmento inadequada, utilização de diluente inadequado, aplicação de produto para interior em superfícies expostas à intempérie;
- aplicação inadequada. Espessura insuficiente;
- incompatibilidade do produto com a base de aplicação.

#### 2.7.2.6 Eflorescências

Caracteriza-se pelo aparecimento de depósitos cristalinos/salinos no revestimento, devido à migração, seguida de evaporação de água que contém sais solúveis, durante o processo de secagem. Sais esses, que normalmente são metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-terrosos (cálcio e magnésio).



Figura 2.17 - Eflorescências

Esta patologia pode alterar a aparência da superfície do revestimento podendo até ser agressiva e causar desagregação do revestimento. Advém do teor em sais solúveis existente, da presença de água e da pressão hidrostática necessária para que a solução migre até à superfície. As eflorescências, são portanto, cristalizações de sais solúveis que se dão à superfície de meios porosos.

Nas paredes exteriores das fachadas de edifícios, normalmente, aparecem em zonas sujeitas à ascensão capilar e com presença de humidade.

A presença de água pode advir da humidade presente no solo, da chuva, infiltrada através de fissuras ou aberturas, entre outras.

A coloração das eflorescências pode ser diversa, sendo as de cor branca as mais frequentes e apresentam-se sob a forma de depósitos, quer de agregados cristalinos de fraca coesão, quer granulares, pulverulentos ou crostas.

Assim a presença de sais no suporte pode ter origem [20]:

- em reboco novo contendo hidróxido de cálcio que ao ser arrastado para a superfície reage com o dióxido de carbono atmosférico produzindo carbonato de cálcio que se deposita à superfície, causando manchas esbranquiçadas;
- na alteração físico-química dos materiais de construção das paredes com a formação de sais solúveis;
- em águas que ascendem por capilaridade dos solos transportando sais solúveis aí existentes para o interior da parede;
- na acção microbiológica que pode permitir a produção de sais solúveis;
- na atmosfera contaminada com CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> NO<sub>x</sub> que através das águas pluviais cria condições para a reacção com os materiais das paredes, originando sais.

#### **2.7.2.7 Fissuração**

As fissuras são um tipo de patologia com grande influência no comportamento deste tipo de revestimentos. O seu aparecimento afecta a capacidade de impermeabilização, que, ao permitir o acesso da água e de outros agentes agressivos, reduz a durabilidade do revestimento.

Existem diferentes tipos de fissuras [20]: fissuração fina, onde existe uma distribuição mais ou menos regular pela superfície; fissuração de maior abertura, figurada por fissuração profunda que se produz durante a secagem de tintas aplicadas em camadas espessas; patas de galinha, onde as fissuras se formam à superfície da película seca na forma de linhas e partem de um ponto central fazendo lembrar as patas de uma ave; pele de crocodilo, onde as fissuras se assemelham a polígonos regulares.



Figura 2.18 - Fissuras

Em suma esta patologia aparece devido a:

- movimentos estruturais. Se o revestimento não acompanha as variações dimensionais do suporte, ocorre fissuração;
- sistemas de pintura inadequados. Incompatibilidade física-química-mecânica com a base de aplicação, nomeadamente: acabamentos rígidos (epoxídicos) sobre bases macias (vinílicas ou acrílicas) de alto teor em cargas (os solventes do acabamento amolecem a base originando variações dimensionais que não são acompanhadas pelo acabamento; revestimentos de fiabilidade inerente (epoxídicas e fenólicas) densamente reticuladas, são incapazes de acompanhar as variações dimensionais da base; produtos de elevada concentração volumétrica do pigmento aplicados em bases sujeitas a variações dimensionais; revestimentos (alquídicos e vinílicos) sobre bases alcalinas saponificam tornando-se quebradiços;
- aplicação inadequada. Intervalo de tempo insuficiente entre demãos; insuficiente agitação da tinta antes da aplicação; aplicação de camada de elevada espessura; diluição excessiva;
- condições de exposição desfavoráveis. Produto não recomendado para atmosferas quimicamente agressivas que juntamente com a radiação solar e a temperatura, promovem a perda de elasticidade;
- envelhecimento natural do revestimento;
- movimentos /deformação do suporte.

Por outro lado, a fendilhação de rebocos pode ter diversas causas, nomeadamente [22]:

- cristalização de sais solúveis nos poros da argamassa com aumento de volume;
- variações térmicas e higrotérmicas diferenciais entre as várias camadas de revestimento e entre o revestimento e o respectivo suporte;

- formação de gelo nos poros da argamassa, devido à redução brusca da temperatura até valores negativos, após absorção da água;
- oxidação de elementos metálicos no interior do revestimento.

É ainda um facto, que a fissuração está intimamente relacionada com a quantidade de cimento, o teor em finos, a quantidade de água envolvida na amassadura, com a resistência de aderência à base, o número e a espessura das camadas, bem como, o intervalo de tempo decorrido entre aplicações. Saliente-se também, que um deficiente humedecimento do suporte antes da aplicação do revestimento, pode resultar num aparecimento de fissuras, em virtude de poder haver uma perda da água contida na argamassa de assentamento para o suporte. Por outro lado, uma cura deficiente é ainda uma causa que conduz ao aparecimento de fissuração [21].

Quando estamos perante camadas sucessivas de argamassas ricas em cimento, vamos ter um revestimento final sem muita elasticidade, que não irá acompanhar as movimentações do suporte, surgindo fissuração. Assim, quando estamos perante várias camadas de argamassa, o seu teor de cimento deverá ir diminuindo de dentro para fora, diminuindo-se assim, o módulo de deformação de cada camada, minimizando o aparecimento de fissuras.

#### **2.7.2.8 Intumescimento**

Esta patologia caracteriza-se pelo aumento de volume do revestimento, resultante da absorção de líquido ou vapor, durante o processo de secagem [20]. Absorção essa, que pode dar origem a perdas de elasticidade e a uma consequente perda de aderência do revestimento.

Normalmente esta patologia aparece devido a:

- utilização de pigmentos com elevada capacidade absorvente;
- condições de exposição desfavoráveis. Humidade excessiva.

#### **2.7.2.9 Empolamentos**

Esta patologia caracteriza-se pelo aparecimento de bolhas no revestimento de pintura, devidas à perda de adesão localizada.

Normalmente esta patologia aparece devido a:

- presença de excesso de humidade na base devido a defeitos de construção;
- sistemas de pintura inadequados;
- tempo insuficiente entre demãos;

- presença de componentes solúveis em água;
- condições de aplicação desfavoráveis: temperaturas elevadas;
- métodos de aplicação incompatíveis com o produto a aplicar.



Figura 2.19 – Empolamento

#### **2.7.2.10 Perda de Brilho**

Esta patologia caracteriza-se pela existência de diferenças de brilho, brilho insuficiente ou embaciamento da superfície do revestimento [20].

Normalmente esta patologia aparece devido a:

- envelhecimento natural do revestimento;
- deposição de sujidade na superfície;
- base de aplicação excessivamente absorvente;
- condições de exposição desfavoráveis. Atmosferas poluídas, podendo originar ataque ao revestimento;
- viscosidade elevada do produto a aplicar;
- produto aplicado não indicado para utilização em exteriores.

#### **2.7.2.11 Desenvolvimento de musgo, fungos e bactérias**

Para o aparecimento de bactérias e fungos é necessário que se verifiquem determinadas condições, nomeadamente, humidade atmosférica elevada, temperaturas elevadas, ausência de radiação solar, ausência de ventilação e o revestimento possuir uma cor clara.

A formação de fungos inicia-se pelo aparecimento de manchas ou filamentos, que com o seu desenvolvimento se tornam colónias escuras que podem cobrir grandes superfícies, podendo originar a deterioração do revestimento.

O desenvolvimento de musgos, pode provocar perfuração e descamação no revestimento, provocando a sua destruição.



Figura 2.20 - Microrganismos

Normalmente esta patologia aparece devido a:

- condições de exposição desfavoráveis. Temperatura e humidade elevadas e ventilação e radiação solar insuficientes;
- sistemas de pintura com baixo teor em fungicidas;
- presença de sais e humidade no suporte.

## 2.8 Patologia em Revestimentos Pétreos

Uma vez que os revestimentos pétreos são também utilizados no norte do país, por terem um bom comportamento face às condições climatéricas da região, vão ser abordados de forma sucinta, mencionando-se apenas as patologias mais comuns.

A patologia mais corrente em fachadas revestidas a pedra natural são os descolamentos e as manchas nas superfícies mais expostas, podendo também, ocorrer eflorescências, fissuração e desgaste. A descolagem das placas pétreas é especialmente preocupante, por colocar em risco pessoas e bens, enquanto que, o aparecimento de manchas, apenas causa um efeito inestético na fachada.

O mecanismo e o grau de deterioração dos revestimentos pétreos, dependem não só de propriedades intrínsecas à própria pedra, nomeadamente, a composição mineralógica, textura, porosidade e resistência, como de causas extrínsecas, que dependem do ambiente onde o revestimento se encontra, das condições de percolação, temperatura, composição física e química da atmosfera, factores biológicos, tipo de construção e posição do revestimento na fachada [23].

### 2.8.1 Descolamento

O descolamento das placas de pedra, ocorre na sua maioria das vezes, devido a uma colagem deficiente, quer por não cobrir a totalidade da área da placa, quer devido ao produto utilizado na colagem não ser o apropriado. Também, a falta de resistência

mecânica por parte do reboco do suporte ou a falta de planeza do mesmo contribuem para que a colagem não seja eficaz.

O não preenchimento das juntas de assentamento permite que haja circulação de água por detrás das placas de revestimento, que tende a fragilizar a colagem devido ao efeito de lixiviação e a ciclos de molhagem e secagem.

### **2.8.2 Manchas / Eflorescências**

Se uma alvenaria que estiver contaminada com sais for molhada e depois secar lentamente, esses sais podem ser dissolvidos, trazidos para a superfície e precipitados por evaporação, produzindo uma típica eflorescência salina de cor branca. As eflorescências, também se podem formar onde a água do solo, que contém sais, subir por capilaridade através da alvenaria.

A eflorescência ocorre frequentemente quando, numa fachada, as juntas de assentamento não são preenchidas, proporcionando a entrada de água, que vai por sua vez lixiviar o material de colagem, dissolvendo sais e arrasta-os até à superfície, originando as eflorescências.

### **2.8.3 Fissuração**

As fissuras podem resultar de dilatações e contracções devidas às mudanças de temperatura, a sobrecargas, à humidade, a movimento do solo, às vibrações produzidas pelo trânsito.

As variações de temperatura podem causar roturas profundas, quando as dimensões das placas de revestimento são consideráveis ou quando se encontram ligadas rigidamente [23].

### **2.8.4 Crostas Negras**

As crostas negras formam-se em ambientes poluídos e são constituídas por gesso, cinzas volantes e poeiras depositadas na superfície da pedra, que dão origem a depósitos de cor negra. Predominam em zonas húmidas e protegidas das fachadas, cobrindo a superfície da pedra e as juntas de argamassa.

### **2.8.5 Filmes Negros**

São constituídos por depósitos superficiais muito finos, que mantêm a rugosidade da pedra. Aparecem apenas em rochas siliciosas, como o granito, e em zonas expostas

directamente à acção das chuvas, pelo que não existem, na sua constituição, sais solúveis como o gesso, pois seriam dissolvidos. São formados por materiais amorfos de grande complexidade morfológica e mineralogia, sendo que, a sua cor negra é devida à poluição.

### **2.8.6 Gelividade**

As rochas e principalmente os calcários porosos, contém sempre uma quantidade considerável de pequenos canais ou poros nos quais as águas de infiltração podem circular ou permanecer.

Sob a acção de um arrefecimento a água pode progressivamente transformar-se em gelo, aumentando o seu volume. A solidificação começa pelas cavidades de maior dimensão e prossegue pouco a pouco para o interior da pedra, para os poros mais finos, sob o efeito de expansão.

Se a quantidade de ar contido na pedra for insuficiente para absorver as variações de volume inerentes à solidificação da água, a expansão pode provocar pressões destruidoras.

## **2.9 Os Agentes de Deterioração**

É de crucial importância conhecer os principais agentes de deterioração, responsáveis pelo aparecimento das manifestações de patologia nos revestimentos que compõem as fachadas dos edifícios.

Assim, a água, o gelo, os sais, as variações de temperatura, a poluição atmosférica e a biodeterioração, são os agentes mais frequentes que levam ao aparecimento de lesões nos revestimentos.

### **2.9.1 A água**

É o principal agente de deterioração dos edifícios. A presença de humidade ou da acção directa da água das chuvas, pode provocar inúmeras anomalias nas fachadas dos edifícios, conforme consta no quadro 2.2.



Quadro 2.2 - Principais origens e vias de penetração da água nos edifícios [excerto 24]

<b>Componente ou elemento Anomalia ou defeito</b>	<b>Origem</b>	<b>Forma de ingresso</b>
Ausência ou insuficiência de beirados	Chuva	Batida pelo vento
Sistema de drenagem da cobertura	Chuva	Batida pelo vento
Má pormenorização ou deficiências nos remates		Salpicos
Paredes	Chuva,	Capilaridade
Fissuras	Água retida	Gravidade
Paredes de contorno	Chuva,	Capilaridade
Pormenores construtivos deficientes	Água retida	Gravidade
Paredes Execução deficiente	Água retida	N.A. (água de construção)
Paramentos exteriores Rebocos porosos, refecimento de juntas deficiente	Chuva	Capilaridade
Paredes exteriores Deficiente protecção	Chuva	Incidência directa Salpicos, Capilaridade
Paredes Presença de sais		Higroscopicidade
Junta de trabalho Deficiente pormenorização ou execução	Chuva, Solo	Gravidade

Nas envolventes verticais dos edifícios, a penetração da água da chuva pode ser evitada, protegendo as fachadas da sua incidência directa. Nas fachadas expostas à incidência directa da água da chuva, é necessário prever um revestimento superficial que impeça a sua penetração, sem, no entanto, impermeabilizar completamente as paredes. A alvenaria deve poder continuar a “respirar”, isto é, a ter trocas de vapor de água com o exterior [24]. Assim, o revestimento deve ser impermeável à água e permeável ao vapor de água.

A penetração directa da água da chuva assume particular relevância nas fachadas orientadas a sul e sudoeste, dado que é nestas direcções que o vento sopra, normalmente quando chove.

### 2.9.2 O gelo e os sais

Quando a água entra em contacto com os materiais, sofre uma sucção para o seu interior, com força inversamente proporcional ao diâmetro dos seus vasos capilares. Se a temperatura do material poroso descer até ao ponto de congelação da água

contida no seu sistema poroso, podem observar-se danos ligados à formação de gelo, provocando um aumento de volume, o que contribui para a degradação do material de revestimento [24].

Os efeitos da cristalização de sais solúveis resultam de um mecanismo semelhante, na medida em que, os cristais formam-se nos espaços porosos, alimentando-se da solução presente na rede dos capilares, exercendo uma pressão de cristalização sobre as paredes dos mesmos [24]. A cristalização de sais à superfície dá origem, também, à formação de eflorescências.

### **2.9.3 Variações de Temperatura**

As variações de temperatura fomentam deformações nos materiais, na medida em que estas provocam tensões internas nos mesmos que por estarem confinados não se podem dilatar livremente.

### **2.9.4 Poluição atmosférica**

As substâncias contidas na atmosfera, cujo movimento é influenciado por acção do vento e de variações de temperatura, atingem as superfícies planas e salientes das fachadas.

Essas substâncias, que se depositam nas fachadas dos edifícios, podem, quando presentes em concentrações elevadas, exercer uma acção agressiva sobre os materiais de revestimento e por acção da água da chuva, quer directa, quer escorrida, provocar o aparecimento de manchas.

## **2.10 Operações de Manutenção**

Tudo o que nos rodeia, nomeadamente os revestimentos das fachadas dos edifícios, está sujeito a um processo de envelhecimento progressivo e inevitável, podendo este ser acelerado ou retardado, em função das operações de manutenção a que a fachada seja submetida.

A necessidade de conservar os revestimentos tem dois aspectos fundamentais. Por um lado, o seu valor intrínseco no que concerne à imagem das nossas cidades e por outro, questões de ordem económica na medida em que por vezes é mais vantajosa a conservação à reposição.

Assim, uma proposta de manutenção, deverá ter em atenção alguns aspectos, nomeadamente, impedir o acesso de água à fachada, consolidar elementos

desprendidos e substituir elementos que estejam em mau estado, cujo restauro seja inviável.

A água presente na fachada aparentemente não apresenta quaisquer problemas. Estes apenas surgem quando a água consegue penetrar sobre ela. Nesse sentido, devem merecer especial importância a existência de sistemas eficazes de evacuação das águas provenientes da cobertura, do solo, de outros elementos construtivos, nomeadamente cornijas e todas as partes salientes da fachada e também, a partir das juntas.

Outro aspecto fundamental a ter em conta nas operações de manutenção é a limpeza das fachadas, que merece especial atenção, pela existência de um vasto leque de procedimentos de limpeza, que dependem do tipo de revestimento existente na fachada e do dano que o mesmo apresenta.

### **2.10.1 Limpeza de fachadas**

Quando se pretende proceder à limpeza de uma fachada, tem que se ter em conta, que deve haver um equilíbrio entre a eliminação das sujidades nela presentes e a preservação do suporte e do revestimento existente.

Assim, antes de qualquer operação de limpeza é necessário efectuar uma análise ao paramento exterior, de modo a averiguar a composição dos materiais de revestimento e elementos da fachada, conhecer o estado de conservação das argamassas de preenchimento das juntas e do próprio revestimento e ainda, perceber a natureza e o grau de incidência das sujidades e a sua origem.

É ainda crucial, saber se houve no edifício anteriores intervenções de limpeza, qual foi a sua natureza e o seu efeito na fachada, ou se porventura, tenha havido outro tipo de tratamentos, nomeadamente, operações de consolidação e impermeabilização.

Depois de escolhidos os possíveis procedimentos de limpeza, é imprescindível a realização de ensaios, de forma a examinar os seus efeitos sobre as zonas de diferentes graus de sujidades e sobre os diferentes materiais constituintes da fachada. Para tal, efectuam-se testes de limpezas em áreas pequenas, entre 0,5 e 1 m<sup>2</sup>, nos panos do edifício, de modo a decidir qual o procedimento de limpeza mais eficaz.

#### **2.10.1.1 Procedimentos de limpeza**

A eliminação da sujidade em fachadas de edifícios, pode ser efectuada através dos seguintes mecanismos de limpeza [15]:

- Acção da água e do vapor, que, com ou sem a presença de outro agente activo, abranda, desprende ou dissolve as partículas de sujidade, mediante a criação de uma película líquida, que diminui a força de adesão daquelas partículas com o substrato;
- Dissolução do suporte e da pele dos materiais, destruindo a interface onde ocorrem os fenómenos de adesão: o tipo de acção que exercem os ácidos utilizados na limpeza;
- Acções mecânicas como a abrasão seca ou húmida, entre outras, que desprendem a sujidade por efeito da força de atrito, que por sua vez, pode erodir a coesão dos componentes do material da base;
- Saponificação das gorduras: reacções químicas induzidas por ácidos e bases ao entrar em contacto com substâncias gordas ou betuminosas;
- Transporte das partículas desprendidas da superfície, mediante acção do ar ou água. Por vezes, o arranque e o transporte podem ocorrer simultaneamente.

De entre os mecanismos de limpeza, o método ideal será aquele que, por um lado, tenha a máxima eficácia ao menor custo e, por outro lado, preze os materiais e o ambiente, ou seja, deverá respeitar os seguintes requisitos [15]:

- Não deve ser abrasivo, de modo a evitar o desgaste da pele natural dos materiais, mantendo invariável o seu volume, porosidade e coeficiente de saturação;
- Deve exercer uma acção superficial, que minimize a penetração de água e demais produtos activos para o interior dos materiais porosos;
- Deve evitar ao máximo a dissolução da crosta de sujidade de forma a impedir o seu transporte em forma de sais para o interior do material;
- Não deve ser agressivo, deve possuir pH próximo ao do material, para evitar a sua corrosão e dissolução, que conduzem à erosão do material, promovendo exclusivamente o amolecimento e a desagregação da película de sujidade;
- Deve permitir a eliminação das partículas argilosas produzidas pelo incrustamento biológico de líquenes, musgos, fungos e também de resíduos salinos, metálicos e orgânicos sem os dissolver.

### 2.10.1.2 Avaliação dos procedimentos de limpeza

É fundamental que qualquer que seja o método de limpeza usado, este não seja prejudicial para a fachada, pelo que, aquando da sua selecção não deve prevalecer o critério de menor custo nem o que produza efeitos mais rápidos.

No seguimento dos procedimentos referidos anteriormente, é necessário particulariza-los, defini-los com maior pormenor, identificando os cuidados a ter em conta na utilização dos mesmos e o seu âmbito de aplicação.

Nesse sentido, são a seguir descritos os procedimentos de limpeza que podem ser utilizados.

a) Lavagem: É recomendável para suportes de calcário, mármore e pedra artificial e também quando estamos em presença de sujidades hidrosolúveis. Existem várias técnicas de lavagem [15]:

- Água pulverizada (chuva de gotas grossas) é uma técnica comum, mas com algumas desvantagens, nomeadamente os materiais porosos podem saturar-se e a água entrar no edifício causando manchas e outros incómodos. Pode, também, acelerar a corrosão de elementos de fixação e causar eflorescências.
- Água nebulizada (nuvem de gotas muito finas) onde há uma redução da quantidade de água necessária. Este método deve incidir apenas sobre a zona a limpar e deve ser combinado com outros métodos, nomeadamente pastas absorventes, abrasão selectiva, entre outros.
- Água de baixa ou média pressão (jacto de água até 70 KPa) é usualmente um método complementar de técnicas de limpeza química. A utilização deste método de limpeza pode causar danos em pedras frágeis e em argamassas de cal usadas em rebocos e juntas. Deve controlar-se a distância de lavagem de forma a evitar erosão.
- Água de elevada pressão (jacto de água até 140 KPa) pode erodir e incrementar a rugosidade de superfícies lisas, pelo que é fundamental controlar a forma, a dimensão das boquilhas, a pressão e a distância crítica de trabalho.
- Água quente (jacto de água a baixa ou média pressão e a menos de 95°C) incrementa a solubilidade e eficácia da limpeza através de produtos químicos alcalinos e decapantes. No entanto, ao melhorar o comportamento dos

produtos químicos pode originar vapores nocivos. É também eficaz na remoção de gorduras, devendo no seu uso prever medidas de segurança especiais de forma a evitar queimaduras.

- Vapor de água eficaz quando se pretende eliminar sujidades superficiais em zonas trabalhadas, no entanto não proporciona uma limpeza uniforme, podendo o calor provocar danos nos revestimentos cerâmicos e de pedra.

b) Limpeza mediante procedimentos químicos: Neste tipo de operação de limpeza é aconselhável o controlo do pH, quer do produto, quer das superfícies antes de serem submetidas ao tratamento. Existem vários processos de limpeza com produtos químicos [15]:

- Produtos à base de ácido fluorídrico são usados para a limpeza de pedra de granito e ladrilhos cerâmicos não vidrados, no entanto, não é aconselhado quando estamos perante grés, granito polido, calcário, mármore e argamassas e rebocos de cal. Requerem que previamente seja molhada a zona onde se irá efectuar a limpeza e que permaneça sobre a superfície um tempo limitado sem se evaporar.
- Produtos à base de ácido clorídrico que não são muito recomendáveis e apenas se usam na eliminação de eflorescências, manchas de cal, cimento e outros produtos alcalinos. Possuem grande capacidade de favorecer a deposição de sais solúveis.
- Ácido acético utilizado como ingrediente em produtos usados na limpeza de pedras calcárias e na neutralização de calcários e cerâmicos devido à sua elevada solubilidade.
- Produtos alcalinos são empregues quando se pretende soltar crostas de sujidade das superfícies de pedra e cerâmica. Antes da sua aplicação deve molhar-se com abundância a superfície do revestimento. Normalmente, é necessária a repetição da aplicação com elevado tempo de permanência, o que, por vezes, pode provocar cristalização de sais, manchas escuras, destruição de pinturas ou mesclas de limpeza desigual devido a uma aplicação não homogénea dos referidos produtos.
- Aplicação combinada de ácidos e bases são usadas quando estamos perante crostas de sujidade de moderadas a grossas, nomeadamente em calcários, granito e cerâmicos.

c) Limpeza mediante pastas absorventes e gel [15]:

- Pastas de argila usadas para o amolecimento de sujidades em calcários e eliminação de sais solúveis. Após a sua aplicação deixa-se secar e endurecer ou mantém-se húmido durante algum tempo, através de uma nebulização intermitente. É um método recomendável em fachadas de calcário, não afectando o suporte se aplicado por pessoal especializado.
- Pastas absorventes à base de argila com adição de agentes activos são usadas também para superfícies calcárias, mas também em mármore, ou quando estamos perante manchas de cobre, ferro ou outras de natureza metálica. O agente activo é normalmente o EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético). A aplicação deste tipo de pastas absorventes requer que a zona a tratar seja posteriormente tapada com um plástico impermeável com um tempo de permanência superior a 24 horas.
- Pastas absorventes alcalinas à base de argila (com hidróxido de sódio) são fundamentalmente usadas quando estamos perante revestimentos cerâmicos muito sujos em zonas onde é difícil a permanência de líquidos e geles alcalinos para a remoção de gorduras.
- Gel alcalino apresenta-se num estado líquido espesso e requer uma elevada protecção. A sua consistência ajuda a reduzir a profundidade de penetração do agente de limpeza.
- Decapantes alcalinos para a eliminação de pinturas são na sua maioria constituídos por soda cáustica ou hidróxido de potássio. Estes decapantes estão disponíveis em forma de pasta ou gel, actuam sobre pinturas, devendo evitar-se o seu contacto com elementos de madeira.

d) Limpeza com sabões [15]: Neste tipo de limpeza devem usar-se os do tipo não iónico, uma vez que, os iónicos podem depositar sais solúveis. São diluídos em água fria ou quente quando estamos perante sujidades superficiais e gorduras pouco incrustadas. Usam-se com frequência na limpeza de envidraçados e o seu efeito é melhorado quando combinado com vapor.

e) Limpeza mediante projecção de abrasivos [15]:

- Micro abrasivos (a seco) são lançados por boquilhas de pequena dimensão e por conseguinte, apresentam uma projecção muito fina. Os produtos usados neste tipo de procedimento de limpeza são normalmente o óxido de alumínio e

bicarbonato de sódio. É o método abrasivo mais inofensivo e o mais lento, no entanto, é ineficaz quando estamos perante sujidades muito enraizadas.

- Abrasivos a seco lançados com ar comprimido abarcam um leque variado de produtos abrasivos, equipamentos e boquilhas para diversos resultados. Não deve ser aplicado sobre superfícies envidraçadas ou peças cerâmicas polidas. Possui alto poder destrutivo, não diferenciando suportes brandos ou duros, aumentando a sua rugosidade. Apenas de deve escolher este tipo de procedimento de limpeza quando não é importante a identificação do suporte e da sujidade nele contida. Requer uma elevada especialização na sua aplicação e provoca ruído e pó, pelo que é necessária uma correcta protecção.
  - Abrasivos lançados com água onde são usados abrasivos solúveis, no entanto, este procedimento de limpeza produz ruído e partículas que podem ser prejudiciais para a saúde.
  - Água lançada a alta pressão onde o jacto pode ou não ser abrasivo. Possui o mesmo comportamento e limitações quando comparados com os abrasivos lançados a seco ou com água, no entanto, produz maior desgaste sobre a superfície onde incide a limpeza.
- f) Limpeza mecânica: Actua eliminando uma parte da camada superficial mediante o uso de ferramentas manuais ou discos abrasivos. Provoca a deterioração de planos e alteração de esquinas e relevos.

### **2.10.1.3 Limpeza de sujidades especiais**

Quando estamos perante sujidades especiais, os procedimentos de limpeza a adoptar são os a seguir indicados [15].

- a) Limpeza de sujidades de origem biológica: Os métodos de biocidas polivalentes não são satisfatórios. Actualmente usam-se sais de amónio e cobre e sulfato de cobre. Na sua aplicação deve evitar-se humidades, para não haver absorção de água no suporte.
- b) Limpeza de depósitos de cimento e argamassa: O ácido clorídrico é o principal ingrediente activo. Antes da aplicação química, deve retirar-se o maior depósito com auxílio a espátulas e molhar-se com abundância a superfície.
- c) Limpeza de manchas de óleo, gorduras e produtos betuminosos: Os produtos mais usados são os detergentes não iónicos, dissolventes à base de hidrocarbonetos e agentes de limpeza alcalinos. Os sabões neutros com água fria ou quente usam-se



para manchas ligeiras de óleos e gorduras em paramentos lisos. O uso de hidrocarbonetos é perigoso devido à sua inflamabilidade e toxicidade, podendo originar fortes manchas. Os produtos betuminosos podem ser eliminados com dissolventes orgânicos como a parafina e o petróleo.

- d) Limpeza de dejectos de pombos: A maior parte deste tipo de sujidades deve ser eliminada mediante amolecimento com água, que pode conter sabão, no entanto, é de evitar grande tempo de permanência desta sobre os paramentos, uma vez que, pode levar à formação e penetração de sais. Normalmente, a limpeza abrasiva e química não é necessária. A limpeza dos dejectos de pombos pode efectuar-se as vezes que forem necessárias, o mesmo não acontece com as manchas provenientes da fixação de elementos metálicos que comportam os métodos comumente usados no afastamento das aves.
- e) Limpeza de sais solúveis e eflorescências: A facilidade da sua eliminação depende das características do paramento e da solubilidade dos sais. O objectivo do método de eliminação de sais passa por molhar até à profundidade em que se encontram os sais (um ou mais dias) e aplicar uma pasta absorvente argilosa (sensivelmente 15 mm de espessura) e esperar que os sais se depositem na pasta durante o processo de secagem. Pode, no entanto, aumentar-se a quantidade de sais extraídos, mediante a aplicação de um potencial eléctrico através da área molhada onde foi colocada a pasta.

Para retirar as manchas provenientes das eflorescências, recomenda-se uma escovagem ligeira dos sais soltos, mediante a utilização de escovas suaves e naturais, eliminando-se assim os resíduos para que não voltem a penetrar através da porosidade e deixar que a água da chuva lave os paramentos. Quando estivermos perante uma quantidade de eflorescências considerável, a sua limpeza pode conseguir-se através da utilização de aspiradores industriais que contenham escovas brandas.

- f) Limpeza de pinturas: Pode ser efectuada por lavagem com água ou vapor combinado com raspagem ou escovagem, quando estamos perante pinturas aquosas, através de decapantes químicos, gel ou pastas absorventes, por intermédio de métodos abrasivos mediante o uso de ferramentas mecânicas ou abrasivas de ar comprimido (com água ou seco). O calor é outro método de limpeza de pinturas a óleo em especial sobre madeiras.

- g) Limpeza de graffiti: Podem usar-se para a remoção de grafittis, água quente com detergente e raspagem através de escovas macias, métodos químicos baseados em dissolventes orgânicos, métodos mecânicos onde o uso de métodos micro abrasivos é preferível aos abrasivos

### **2.10.2 Tratamento contra a humidade**

Os materiais de revestimento de natureza mineral, nomeadamente rebocos, ladrilhos e a pedra são porosos e molham-se na presença da água, isto é, são hidrófilos. Nesse sentido, é necessário salvaguardar os materiais de revestimento contra o seu principal inimigo: a água.

Para isso, é fundamental, em operações de manutenção, usar produtos, que protejam o revestimento da acção da água e impeçam a sua penetração na fachada, sem que permitam que se forme por detrás do revestimento condensação de vapor de água.

Muitas vezes, utilizam-se como material de revestimento as pinturas plásticas, que são polímeros sintéticos em dispersão aquosa, como forma de evitar a entrada da água da chuva na fachada. No entanto, em fachadas cujo suporte é poroso, o uso destes produtos provoca, na maioria dos casos, o desprendimento da película de pintura. Deste modo, há a necessidade de prever tratamentos prévios de impregnação que, por um lado visam conferir propriedades hidrófugas ao suporte, e por outro aumentar a sua consolidação.

Os tratamentos de impregnação e consolidação, visam transformar as propriedades hidrófilas dos materiais minerais em hidrófugas. Este será eficaz se penetrar em profundidade, de modo que, as agressividades atmosféricas não afectem o seu poder hidrófugo.

Existem três grupos de produtos que podem ser usados para consolidar um suporte poroso: Inorgânicos; Orgânicos e Éteres de Silicato de etilo.

Nos revestimentos cerâmicos, a sua deterioração inicia-se principalmente nas juntas de argamassa, por serem pontos propícios à entrada de água, pelo que se deve usar uma argamassa hidráulica que impeça o aparecimento de retracções durante a fase de endurecimento, que levam à formação de fissuras. Se as fissuras forem de pouca abertura, inferior a 0,3 mm, uma impregnação hidrófuga sobre a fachada bem seca, impedirá a entrada de água. Se as fissuras tiverem maior expressão, a melhor solução será a aplicação de produtos à base de dispersões acrílicas.

Quando estamos perante rebocos, tem que se ter atenções redobradas devido à elevada capacidade de absorção de água deste tipo de revestimentos. Quando estamos perante rebocos degradados superficialmente, é necessário removê-los usando técnicas de limpeza a seco. No entanto, é normal que haja zonas onde permaneçam restos de reboco, pelo que, não é aconselhável o seu tratamento com uma solução hifrófuga transparente, mas antes, com produtos de pintura minerais modificados com polímeros, para melhorar a sua aderência e impermeabilidade, com pigmentos.

### **3 PATOLOGIA EM FACHADAS NA CIDADE DE VALPAÇOS: CASOS DE ESTUDO**

#### **3.1 Introdução**

O presente capítulo será uma aplicação dos conteúdos referidos nos capítulos anteriores e centrar-se-á no concelho de Valpaços, mais particularmente na sua sede de concelho, a cidade de Valpaços.

Interessa porém, previamente conhecer o concelho de Valpaços, nomeadamente, no que se refere à sua caracterização em termos de localização e clima, dado que este enquadramento influencia de certa forma o edificado existente, bem como as manifestações patológicas nele presentes.

#### **3.2 Caracterização do território**

O concelho de Valpaços está situado no interior norte de Portugal (Trás-os-Montes e Alto Douro), inserido no distrito de Vila Real. Confina a Norte com o concelho de Chaves, a Nascente com os concelhos de Mirandela e Vinhais, a Sul com os concelhos de Murça e Mirandela e, por fim, a Poente, com os concelhos de Chaves e Vila Pouca de Aguiar. Possui uma área de 538,56 Km<sup>2</sup>, 19.512 habitantes e é subdividido em 31 freguesias.



Figura 3.1 – Praça do Município

A cidade, sede do concelho, encontra-se na latitude de 41°, 35', 5" N e na longitude de 7°, 15', 2" W. Foi elevada vila em 1861 através de Decreto Real de 27 de Março, assinado por D. Pedro V, acendendo a cidade no dia 13 de Maio de 1999.

O clima deste concelho é de características continentais, Invernos frios e verões quentes e secos. Os valores da temperatura do ar variam entre os 34°C nos meses de Julho e de Agosto e os - 2°C em Dezembro e Janeiro. A média anual da temperatura do ar varia entre a máxima de 14°C e mínima de 10°C. A Humidade relativa do ar situa-se entre os 55% e os 75%. É uma região seca, com pouca precipitação, apresentando o seu máximo em Dezembro. As médias de pluviosidade aproximam-se dos 160 mm na montanha e 120 mm nas restantes zonas do concelho.

A cidade é constituída por um núcleo mais antigo, com um tecido consolidado, a partir do qual se desenvolveu o aglomerado urbano existente, onde alguns dos seus edifícios se encontram em estado de ruína, que à semelhança de outras cidades, se tem transformado em zonas deprimidas, sob o ponto de vista físico, social e económico. De forma a fazer face a esta problemática, encontram-se em desenvolvimento pela Autarquia um conjunto de acções que visam a reconversão e revitalização desse espaço.



Figura 3.2 – Avenida 25 de Abril

Na envolvente exterior ao núcleo urbano mais antigo, desenvolveu-se uma área urbana diversificada, com espaços públicos de qualidade e com a inserção de “novas” construções de variedade arquitectónica.



Figura 3.3 – Avenida Dr. Francisco Sá Carneiro

### **3.3 Caracterização do edificado**

O presente estudo compreenderá uma caracterização da realidade física do edificado existente na zona envolvente ao núcleo antigo, procurando perceber quais os revestimentos de fachada que predominam e as anomalias mais frequentes que os mesmos apresentam.

Para isso, houve a necessidade de delimitar o edificado a analisar, através da definição de critérios que sejam exclusivos, com vista à obtenção de um conjunto de edifícios semelhantes, que, dessa forma, se pudessem relacionar e comparar.

Nesse sentido, considerou-se que, serão alvo de estudo todos os edifícios que sejam de habitação multifamiliar, possuam pelo menos três pisos acima do rés-do-chão e idade inferior a 30 anos.

Os edifícios que cumprem os requisitos referidos, estão representados na figura 3.4, distinguindo-se conforme o revestimento exterior que ostentam.

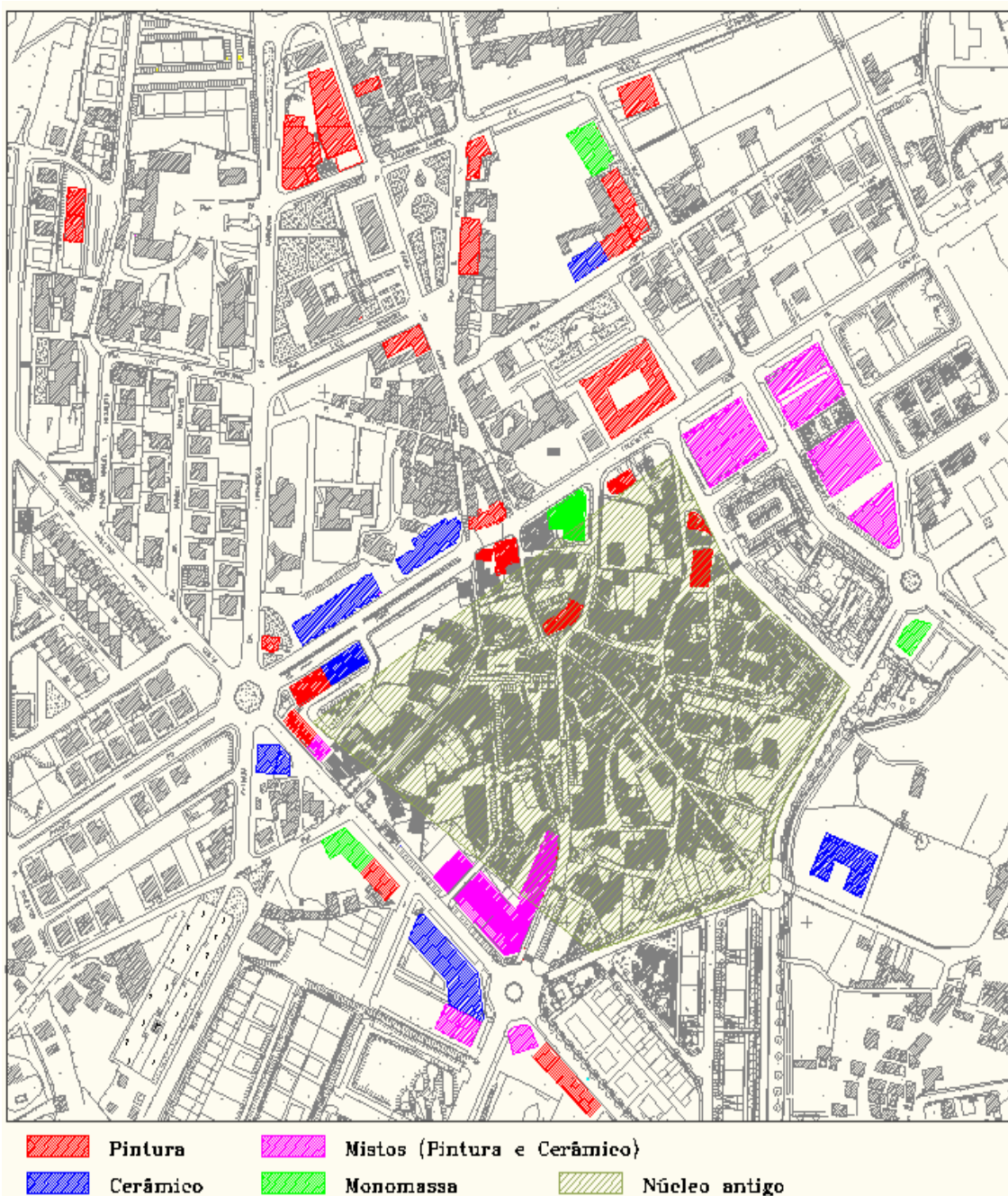


Figura 3.4 – Edifícios de habitação colectiva existentes na cidade de Valpaços

Existem um total de 64 edifícios de habitação colectiva, que se enquadram nos requisitos estabelecidos, dos quais 26 possuem revestimento exterior de pintura, 17 revestimento misto (pintura e cerâmico), 17 são de material cerâmico e apenas 4 têm revestimento exterior em monomassa.

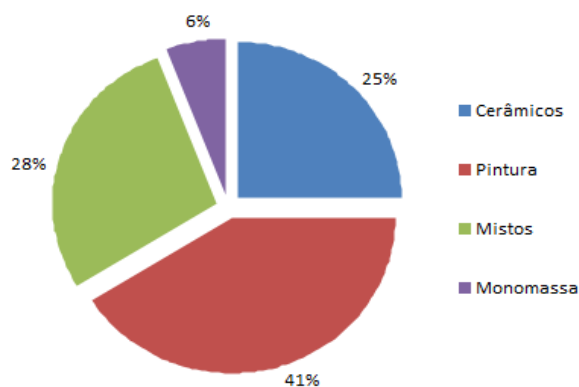


Figura 3.5 – Tipos de revestimento exterior

De referir, que existem inúmeros edifícios (28%) que foram considerados mistos, dado as suas fachadas serem constituídas por mais do que um tipo de material de revestimento. De salientar, no entanto, que em todos eles existe uma conjugação do cerâmico com a pintura, sendo que na maioria destes casos, a pintura abrange sensivelmente a totalidade dos paramentos exteriores à excepção da zona das varandas, que geralmente são em material cerâmico.

Curiosamente, nenhum dos edifícios de habitação multifamiliar existentes, possui pedra como revestimento da sua fachada, o que contraria o edificado existente no núcleo urbano antigo, onde este tipo de material é o que mais predomina na envolvente exterior dos edifícios.

Foram analisados, por intermédio de uma observação visual, todos os edifícios assinalados na figura 3.4, no sentido de, averiguar o estado de conservação das fachadas, de forma a perceber quais as anomalias mais predominantes.

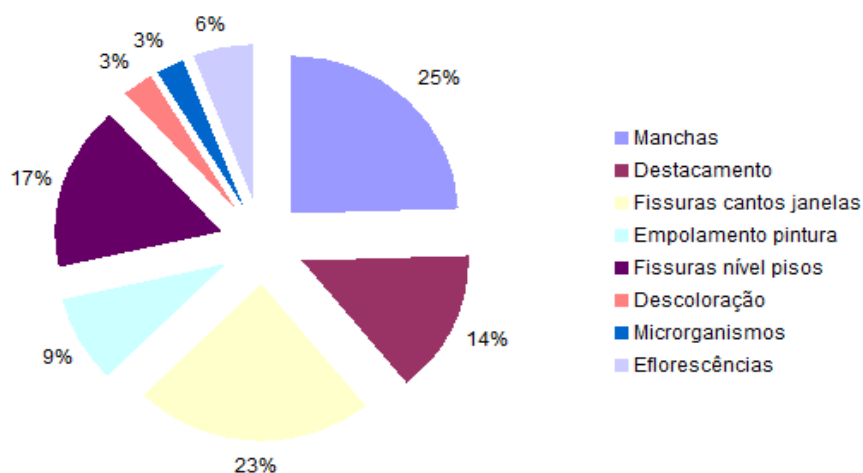


Figura 3.6 – Patologias em revestimentos de pintura



Nesse sentido, foi verificado que, quando estamos perante revestimentos exteriores de pintura, as patologias mais habituais são as manchas, nomeadamente sob os peitoris, e as fissuras ao nível dos vãos das janelas. No entanto, é de salientar que os destacamentos e as fissuras compreendidas entre a transição da laje com os panos de alvenaria (fissuras nível pisos), justificam também uma atenção especial.

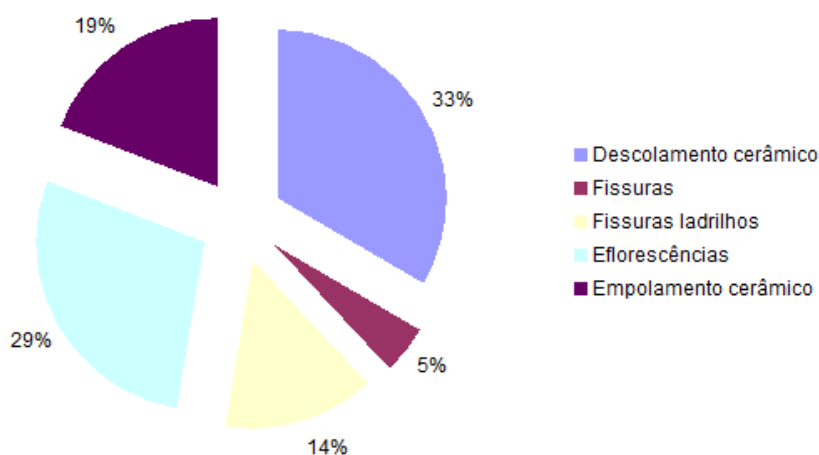


Figura 3.7 – Patologias em revestimentos cerâmicos

Quando estamos perante edifícios, em que o seu revestimento exterior é composto por cerâmicos, as anomalias mais comuns são o descolamentos dos ladrilhos, a existência de eflorescências e os empolamentos, conforme indica a figura 3.7.

### 3.4 Análise de Casos

Do conjunto de edifícios de habitação multifamiliar existentes na cidade de Valpaços, foram seleccionados cinco, cuja localização se apresenta na figura 3.8, sobre os quais recaiu uma análise mais detalhada.

Na selecção dos edifícios, teve-se em consideração, por um lado, abranger os tipos de revestimento exterior mais predominantes, e por outro, preferir aqueles que maior número de anomalias ostentam. De referir, que não foi escolhido nenhum edifício revestido com monomassa, uma vez que, os 4 existentes, são relativamente recentes e não lhes foi detectado nenhum dano que justificasse um estudo mais particularizado.

Para os edifícios escolhidos, e previamente ao levantamento das suas anomalias, foram efectuadas visitas ao local, que tiveram como fundamento determinar a extensão e o alcance dos problemas patológicos presentes, procurando quantificar a real situação dos edifícios e identificar eventuais padrões de degradação.

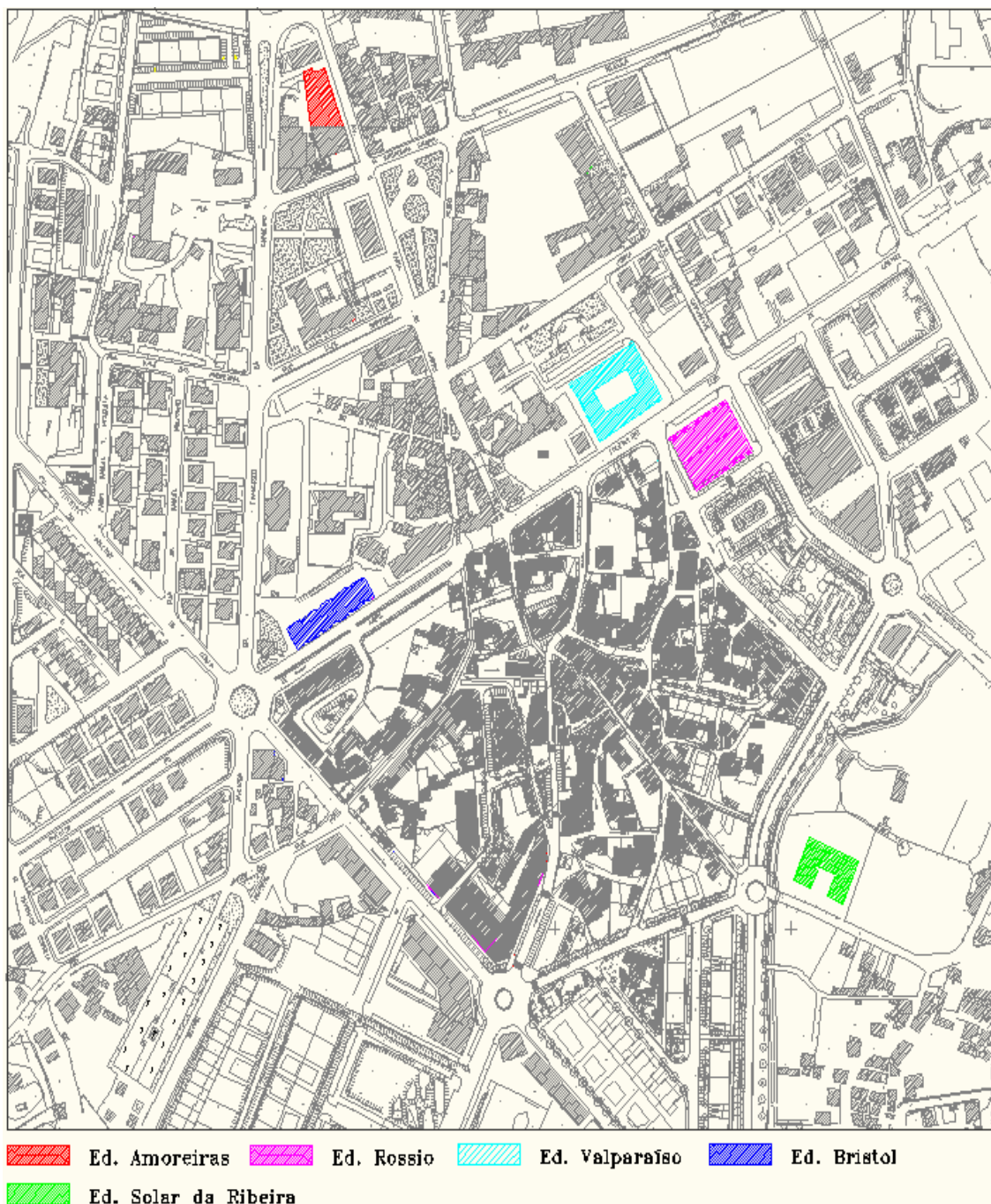


Figura 3.8 – Localização dos cinco edifícios seleccionados

Posteriormente, houve uma fase de recolha de elementos que documentassem os edifícios, nomeadamente os projectos aprovados pela Câmara Municipal e informações verbais fornecidas pelos seus utentes.

No que se refere aos projectos desses cinco edifícios, que constam na Autarquia, houve a preocupação de analisar os elementos que os instruem, à luz do regime jurídico que vigorava à data da sua elaboração.

Na investigação com pessoas envolvidas (usuários), procurou saber-se quando foram constatados os sintomas pela primeira vez, se os problemas existentes foram sujeitos a intervenções anteriores e, se fosse o caso, saber quais as intervenções realizadas e os resultados obtidos.

De seguida, foi efectuado um diagnóstico, no sentido de esclarecer as origens, causas e mecanismos de ocorrência, que tenham motivado a diminuição de desempenho dos revestimentos das fachadas dos edifícios.

Identificados e diagnosticados os problemas, tentou definir-se um procedimento de intervenção, definindo-se a terapia a levar a efeito. De referir que, a estratégia de intervenção adoptada, nos edifícios alvo de estudo, é meramente indicativa e traduz uma orientação a ser seguida. Se o Dono de Obra pretender concretizar uma intervenção, é necessário, a elaboração de um projecto de execução, devidamente pormenorizado e que defina com precisão as técnicas de reabilitação a implementar, mediante uma verificação prévia da sua eficácia, recorrendo para tal a uma inspecção cuidada e a equipas técnicas que demonstrem possuir adequada aptidão.

De salientar que, as análises efectuadas aos edifícios alvo do presente estudo, passaram apenas por uma análise visual aos mesmos, não tendo sido efectuada quaisquer investigação mais profunda, como a realização de ensaios *in situ* e recolha de amostras com vista à realização de ensaios laboratoriais.

Assim, a análise efectuada teve como propósito uma avaliação ao estado do edifício, nomeadamente, no que se refere ao local de implantação, estrutura e envolvente exterior.

Nesse sentido, para os cinco edifícios seleccionados, teve-se em atenção algumas situações, particularmente:

- Condições climáticas e de orientação solar da sua envolvente exterior;
- Presença de fendas, fissuras e juntas abertas;
- Falta de elementos que compõem o revestimento;
- Acumulação de sujidades;
- Presença de humidades que advém da penetração de água;
- Estado das juntas, quer de dilatação, quer de assentamento;
- Estado das platibandas e parapeitos;
- Estado das caleiras, algerozes e tubos de queda;
- Sinais de tratamentos anteriores.

### **3.4.1 Edifício Rossio**

O primeiro caso de estudo refere-se a um edifício multifamiliar, localizado na Av. Luís de Castro Saraiva, em Valpaços, denominado por Edifício Rossio. A Câmara Municipal de Valpaços forneceu, para consulta, os elementos do projecto.

#### **3.4.1.1 Descrição do Edifício**

O edifício foi construído em 1994, possui cave, cinco pisos e um recuado, sendo o rés-do-chão destinado a espaços comerciais e os restantes pisos a habitação.

Após consultado o projecto do presente edifício, apurou-se, que o regime jurídico em vigor, à data da sua elaboração, era o Decreto-Lei n.º 445/91 de 20 de Novembro, que no n.º 2 do seu artigo 15º, refere que o “projecto da obra” deve englobar:

1. Projecto de Arquitectura que inclui memória descritiva, plantas, cortes, alçados, pormenores de execução, estimativa de custo e calendarização da execução da obra;
2. Projecto de estabilidade;
3. Projecto de alimentação e distribuição de energia eléctrica e projecto de instalação de gás;
4. Projecto de redes interiores de água e esgotos;
5. Projecto de instalações telefónicas;
6. Projecto de isolamento térmico;
7. Projecto de chaminés de ventilação e exaustão de fumos ou gases de combustão;
8. Projecto de instalações electromecânicas de transporte de pessoas e ou mercadorias.

Com a entrada em vigor da presente legislação, passou a ser exigido, quer o projecto de instalações telefónicas, quer o projecto de isolamento térmico.

Face ao exposto denotou-se que o projecto do edifício Rossio, cumpre o exigido por lei, em termos de instrução do processo de licenciamento, tendo-se verificado, após análise do projecto de estabilidade, que a estrutura do presente edifício é em betão armado, seguindo o processo de pórticos paralelos no sentido da Av. Luís de Castro Saraiva e travado perifericamente por vigas de bordadura embebidas em lajes. Apresenta duas juntas de dilatação que separam o edifício em quatro partes iguais.

De acordo com o projecto de arquitectura, as paredes exteriores de vedação são duplas de tijolo vazado de 0.11m e 0.15 m, com caixa-de-ar de 4 cm, contendo poliestireno expandido como isolamento térmico.

O telhado é em telha cerâmica e inclui cumieiras, ripas, varas de betão pré-esforçado e muretes em alvenaria de tijolo de 0.20 m.

Denotou-se que, em termos de pormenores de execução, embora a lei vigente não estabelecesse expressamente quais devem constar do projecto, o mesmo não fornece qualquer indicação sobre o tipo de exigências a satisfazer pelos materiais não estruturais, nomeadamente no que se refere à fachada do edifício, não prescrevendo a solução a adoptar para os revestimentos exteriores com base em objectivos relacionados com o seu desempenho.

#### **3.4.1.2 Descrição das fachadas**

O projecto não comportava qualquer informação sobre os revestimentos aplicados na fachada, apenas apontava de forma indicativa a cor e o tipo de revestimento a ser aplicado.

Assim, apenas se sabe, o que se constata por observação visual, ou seja, que as fachadas são constituídas por paredes planas revestidas exteriormente ao nível das varandas dos pisos com revestimento cerâmico de cor cinza, sendo as restantes revestidas com argamassa de areia e cimento com acabamento de pintura à cor cinza.



Figura 3.9 - Fachada Principal do Edifício Rossio

A fachada principal encontra-se orientada a nascente, recebendo incidência de luz solar durante a manhã, enquanto que na fachada posterior a poente, incide luz solar durante o período da tarde. As referidas fachadas são as que maior número de

anomalias apresentam. Todas as fachadas são muito arejadas, não havendo edifícios muito próximos deste.

### 3.4.1.3 Registo e descrição das manifestações patológicas

A fachada do presente edifício é constituída por dois tipos de revestimento: cerâmico e pintura. Após uma vistoria ao local, foram detectadas as seguintes manifestações patológicas, que, em resumo, são as constantes no quadro seguinte.

Quadro 3.1 – Patologias existentes no Edifício Rossio

<b>Revestimento Cerâmico</b>	
P1	Descolamentos
P2	Fissuras estruturais
P3	Delaminação
<b>Revestimento por pintura</b>	
P4	Manchas
P5	Destacamento debaixo das varandas
P6	Destacamento
P7	Fissuras nos cantos das janelas
P8	Empolamentos
P9	Sujidades de origem biológica

Após análise da informação recolhida através de conversas com utilizadores do edifício, constatou-se que o mesmo desde a sua construção, não foi alvo de qualquer intervenção nem de qualquer operação de manutenção ou reabilitação. De referir que o edifício possui 15 anos e os seus problemas patológicos já existem à algum tempo, não se tendo conseguido quantificar o intervalo temporal em que começaram a ocorrer, mas provavelmente há mais de 7 anos.

#### **Descrição da Patologia P1 – Descolamentos**

Verifica-se o destacamento do revestimento cerâmico em extensas áreas da fachada, de uma forma aleatória. Os ladrilhos cerâmicos foram colados ao reboco com argamassa de cimento e areia, sendo as juntas entre os mesmos tomadas.

Um dos locais da fachada que apresenta descolamento das peças cerâmicas, está representado na figura 3.10 (platibanda). Trata-se de uma zona onde há uma transição entre elementos estruturais diferentes (laje de piso e pano de alvenaria) que possuem comportamentos mecânicos distintos, com a circunstância, de existir na proximidade uma saída de águas pluviais e respectivo encaminhamento para o tubo de queda.



Figura 3.10 – Descolamento na transição laje/alvenaria

Depois de uma análise visual, estabelece-se como hipótese mais provável para o descolamento do revestimento, nesta zona, que as águas pluviais não são encaminhadas correctamente para o exterior, migrando para o interior da parede através de falhas no sistema de impermeabilização junto das saídas pluviais, levando ao destacamento do revestimento cerâmico.

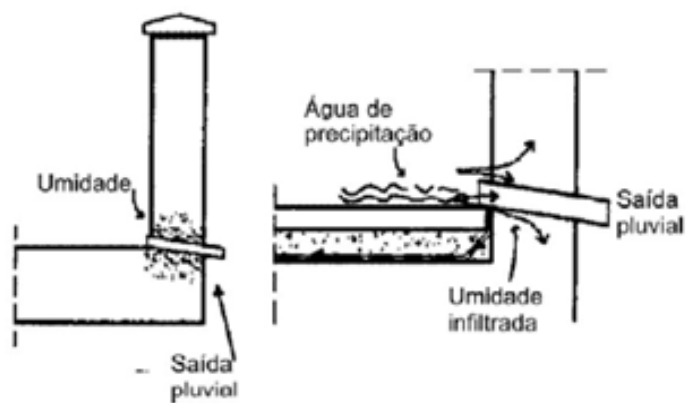


Figura 3.11 – Pontos possíveis de infiltração [4]

A figura 3.11 explana com mais clareza a hipótese atrás referida. Assim, poderá afirmar-se que a origem desta patologia se deveu a uma falha no sistema de impermeabilização, que, por estar omissa em projecto, poderia também resultar de uma falha construtiva, aliado ao facto, de porventura, haver também problemas de compatibilidade de deformações, em que a alvenaria não consegue acompanhar a deformação da laje.

No caso concreto da figura 3.12, o descolamento verifica-se na proximidade da transição entre a viga e o pano de alvenaria, o que leva a julgar que estamos perante problemas de compatibilidade de deformações, devidas a movimentos do suporte ou variações dimensionais por efeitos de temperatura, que não são acompanhados pelo revestimento exterior comum e contínuo.



Figura 3.12 - Descolamento transição viga/alvenaria

Ao existirem deformações no suporte, geram-se tensões, que por sua vez, são transmitidas às peças cerâmicas, que por não existirem juntas capazes de absorver essas tensões, vão destruir a aderência mecânica e provocar o seu descolamento, por ser ultrapassada a capacidade de aderência das ligações entre as placas cerâmicas e a argamassa colante.

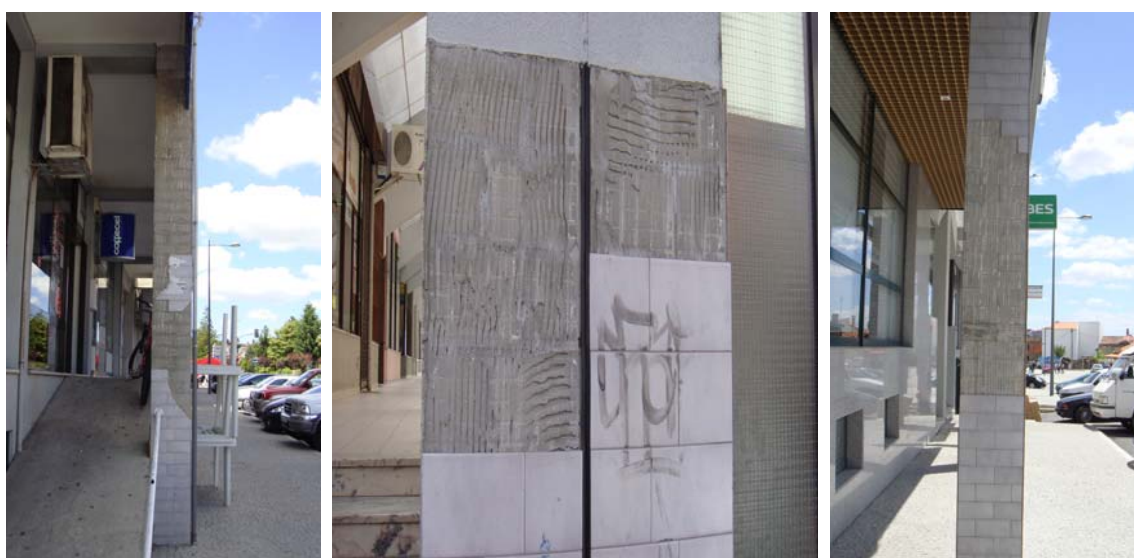


Figura 3.13 – Descolamentos devido à falta de aderência



Por outro lado, o destacamento ilustrado na figura 3.13, deveu-se possivelmente a uma falta de aderência entre o cerâmico e o suporte, talvez por ter sido usada uma argamassa de assentamento demasiado espessa ou com uma razão A/C elevada, não motivando a aderência suficiente com o revestimento. De salientar, que, os locais do edifício onde esta patologia se verifica é ao nível do piso térreo nas zonas da arcada, logo, com pouca exposição aos agentes climatéricos.

A falta de aderência advém sobretudo de falhas no processo construtivo que se prendem, por exemplo, com o uso de argamassas hidráulicas em suporte insuficientemente húmido, que irá absorver a água contida na argamassa de assentamento, diminuindo assim, a razão água cimento da mesma, impedindo uma perfeita aderência mecânica.

Por outro lado, a aderência é também comprometida se o suporte não se encontra devidamente limpo, isento de poeiras e gorduras, que irá dificultar a penetração da argamassa de assentamento nas suas rugosidades.

### **Descrição da Patologia P2 – Fissuras**

As fissuras são um tipo de patologia muito frequente nos elementos superficiais de revestimento e evidenciam deformações no suporte.



Figura 3.14 – Fissuras na platibanda

A figura 3.14 mostra uma fissura predominantemente horizontal com profundidade considerável na transição entre a laje e o pano de alvenaria. Foi possivelmente motivada pela diferença de comportamentos mecânicos entre o elemento estrutural de betão (laje) e o pano de alvenaria. Nesse sentido, a alvenaria não consegue

acompanhar e absorver a deformação da laje, desenvolvendo-se uma fissura, na transição entre os dois elementos.

Quando existem variações dimensionais de um elemento e não existe uma relação de interdependência entre os elementos estruturais e a alvenaria, os esforços produzidos num deles serão transferidos para o outro, que por possuírem comportamentos mecânicos distintos, levam ao aparecimento de esforços localizados de tracção e à manifestação de fissuras.

Outra hipótese é que a fissura pode ter sido provocada pelo aumento do comprimento da laje, devido à dilatação térmica estimulada pela radiação solar, que conduziu ao seu aquecimento, desenvolvendo-se uma pressão contra o pano de alvenaria e deslocando-o para fora.

Com uma redução da temperatura a laje retomou ao seu estado inicial, desenvolvendo-se tensões de corte entre os mesmos, provocando o destacamento entre a laje e a alvenaria. Por sua vez, há uma rotura do revestimento cerâmico nessa interface e o seu conseqüente destacamento em algumas zonas.

É necessário ter consciência que elementos construtivos diferentes, apesar de terem um acabamento superficial comum e contínuo, vão ter sempre comportamentos distintos. Se as uniões construtivas entre estes elementos não ficam bem resolvidas, é inevitável que passado algum tempo as fissuras apareçam.



Figura 3.15 – Pormenor de fissuras na varanda

Na figura 3.15 pode verificar-se a existência de dois tipos de fissuras. Fissuras localizadas nas juntas de assentamento e fissuras que atravessam o ladrilho cerâmico.

No primeiro caso, podemos estar perante uma falta de aderência entre os ladrilhos ou o aparecimento de esforços de tracção superiores aos que a junta é capaz de absorver.

Pela circunstância de esta fissura se situar na transição da laje do 1º piso com o paramento de alvenaria da varanda, é provável que tenha havido o aparecimento de esforços devido à diferença de comportamentos mecânicos destes dois elementos, afectando a junta construtiva superficial.

No que se refere à fissura que atravessa o ladrilho cerâmico, esta deve-se porventura, à existência de acções localizadas que introduzem esforços cortantes e produzem uma rotura no ladrilho, associado ao facto de o ladrilho possuir pouca capacidade mecânica. Normalmente, esses esforços são gerados como consequência de dilatação térmica, sem a presença de juntas suficientes ou quando as uniões entre ladrilhos não podem actuar por estarem colmatadas com argamassa.

O aparecimento de fissuras ao nível das lajes de piso, conforme consta na figura 3.16, são sobretudo devidas a movimentos do suporte que introduzem esforços de tracção no revestimento. Movimentos, esses que têm como base acções mecânicas devido a um impulso horizontal superior.

A aplicação de um material de revestimento comum na união de elementos de parede de alvenaria com outro estrutural, leva normalmente à sua separação e por conseguinte à rotura do revestimento nesse ponto, por serem elementos com missões construtivas distintas que trabalham de forma independente.



Figura 3.16 – Fissura ao nível da laje de piso

### **Descrição da Patologia P3 – Delaminação**

A delaminação dos ladrilhos ocorreu provavelmente, devido a elevadas tensões entre os ladrilhos que tiveram origem em deformações resultantes da ausência de juntas e a deformações higrotérmicas devido a variações dimensionais, quer pela acção da temperatura, quer pela expansão resultante da acção da humidade.

Outra hipótese prende-se com o facto de a base do cerâmico e o acabamento superficial vidrado do mesmo, possuírem coeficientes de dilatação térmica ou de absorção de água diferentes, que devido à subsequente variação volumétrica, conduziu à sua separação.



Figura 3.17 - Delaminação

### **Descrição da Patologia P4 – Manchas**

As fachadas estão expostas às severidades do tempo, poluição atmosférica e agressividade do meio, pelo que, ao longo do tempo a sua degradação é evidente.

Um dos problemas observados nestas fachadas é o aparecimento de manchas, nomeadamente ao nível dos peitoris. Estas resultam da acumulação de partículas nas superfícies horizontais, transportadas pela água para a fachada. Tal, deve-se ao facto, de os peitoris não possuírem pingadeiras.



Figura 3.18 – Manchas provenientes da acumulação de sujidades

Em parapeitos de janelas e em coroamentos superiores do revestimento cerâmico de fachadas, devem existir pingadeiras na face inferior de modo a impedir que ocorram manchas de sujidade (devido ao arrastamento de sujidade) ou mesmo o descolamento do revestimento, por infiltração da água que escorre pelo revestimento. [25]

Além dos peitoris, existem também outras superfícies horizontais com pouca inclinação propícias à acumulação de lixo, que através da água das chuvas mancham a fachada, conforme se pode observar na figura 3.18.

### **Descrição da Patologia P5 – Destacamento debaixo das varandas**

A presente patologia está localizada no tecto da maior parte das varandas, especialmente as da fachada nascente e poente. Denota-se que em todas as varandas existem saídas de águas pluviais.



Figura 3.19 – Destacamento da pintura debaixo da varanda

Uma hipótese de diagnóstico é que uma parte da água proveniente da precipitação, pode migrar para o interior da parede através de falhas no sistema de impermeabilização no pavimento das varandas, promovendo concentração de humidades, causando o destacamento do revestimento. Além disso, não existem pingadeiras na transição entre o paramento exterior da varanda e a laje de piso das mesmas, o que facilita o acesso de humidade.

A este facto pode ainda estar associado a aplicação do produto de pintura sobre superfícies porosas que afectaram a sua aderência não tendo sido precedida de um primário, ou por não ter sido respeitada a metodologia inerente à aplicação da tinta de acabamento em questão.

### **Descrição da Patologia P6 – Destacamento**

Os destacamentos do revestimento de pintura, presentes neste edifício, localizam-se junto aos tubos de queda de águas pluviais. O que se pode depreender que a má vedação que os mesmos apresentam, contribui para a presença de excesso de humidade na base do revestimento.

Assim, esta separação entre a película de pintura e a sua base, por falta de aderência, poderá estar relacionada com infiltração e presença de humidade proveniente de defeitos no sistema de recolha de águas pluviais.

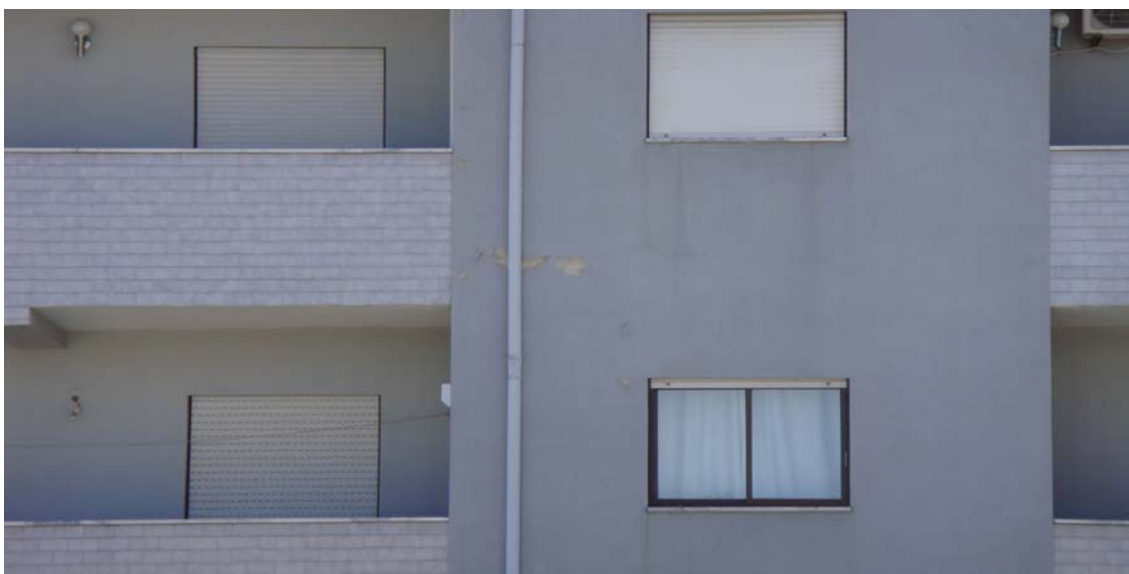


Figura 3.20 – Destacamento da pintura

Por outro lado, a argamassa utilizada na regularização das paredes, foi realizada utilizando métodos tradicionais, recorrendo à produção de reboco em obra e à sua aplicação por processos manuais.

Como é sabido, as argamassas tradicionais são, normalmente, pouco impermeáveis, permitindo a passagem de água para o seu interior, que aliado ao facto de o processo de fabrico ser manual, faz com que haja uma variabilidade das características e de comportamento sob o ponto de vista da impermeabilidade do reboco. Zonas sujeitas a maior vulnerabilidade de infiltrações, são assim, as mais facilmente atacadas, como é o caso.

### **Descrição da Patologia P7 – Fissuras nos cantos das janelas**

Todos os problemas relacionados com fissuração, devem-se a movimentos que podem advir de causas mecânicas, térmicas, químicas ou pela presença de humidade.

A rotura do material (fissura) é normalmente produzida por um esforço de tracção que provoca tensões superiores à capacidade resistente do material, ou seja, quando as variações dimensionais ultrapassam a capacidade resistente dos elementos, estes fracturam, criando-se uma descontinuidade / fissura.



Figura 3.21 – Fissura nos cantos da janela

Estas fissuras são denominadas fissuras de pontos singulares, por surgirem em pontos específicos da fachada, nomeadamente ao nível das padieiras dos vãos, que são zonas de menor inércia, logo de menor resistência.

As fissuras ao nível das padieiras dos vãos devem-se principalmente a deformações higrotérmicas da alvenaria com um desenvolvimento normalmente horizontal, nas zonas onde as tensões são mais elevadas

Como se sabe, as dilatações e contracções geradas por variações de temperatura, implicam possíveis roturas, nomeadamente no momento da contracção, sendo mais expressivas em fachadas orientadas a sul e a Oeste que são as mais expostas da fachada.

### **Descrição da Patologia P8 – Empolamentos**

Os empolamentos caracterizam-se pela presença de bolhas no revestimento e o seu aparecimento deve-se fundamentalmente à presença de excesso de humidade na base, proveniente de infiltrações através de defeitos de construção, nomeadamente fissuras e drenagens pouco eficientes de águas pluviais.

Na figura 3.22, os empolamentos situam-se nas proximidades de tubos de queda de águas pluviais que não se encontram em bom estado de conservação.



Figura 3.22 – Empolamentos

Os empolamentos podem ser também consequência da falta de aderência motivada por uma deficiente execução do revestimento, nomeadamente o uso de sistemas de pintura inadequados, tempo insuficiente entre demãos ou até a utilização de métodos de aplicação incompatíveis com o produto aplicado.

#### **Descrição da Patologia P9 – Sujidades de origem biológica**

Na figura 3.23 pode observar-se a existência de manchas escuras, tratando-se do desenvolvimento de microrganismos, tais como fungos, que se estabeleceram sobre o revestimento superficial.

A hipótese mais provável para o seu aparecimento é as referidas manchas provirem de falhas no sistema de impermeabilização ao nível do pavimento das varandas (presença de humidades), aliado ao facto de, nesse local, a incidência de luz solar directa ser inexistente.



Figura 3.23 – Sujidades de origem biológica



Assim, a causa da existência destes microrganismos são também motivados por uma falta de manutenções preventivas (lavagem e repintura) das superfícies, aliado ao facto de, esse local, ser uma zona protegida da acção directa da água da chuva e de escorrências, possuindo a temperatura e a humidade necessárias para o desenvolvimento destes microrganismos.

#### **3.4.1.4 Propostas de Intervenção**

Depois de terem sido registadas as causas das patologias encontradas na fachada do edifício em estudo, é necessário definir as acções de reabilitação a realizar.

Para a reabilitação da presente fachada, mantêm-se a solução inicial de revestimento exterior, efectuando-se apenas uma reabilitação parcial dos revestimentos existentes.

No que se refere ao revestimento cerâmico, com uma reabilitação pontual, nem sempre se conseguem atingir os resultados desejados. Raramente se encontram as peças cerâmicas de características semelhantes às utilizadas inicialmente e dificilmente se consegue garantir a homogeneidade na cor, textura e planeza das fachadas cerâmicas reabilitadas.

Assim, a reposição de ladrilhos deve ser feita por zona bem definidas e as zonas reabilitadas devem ser delimitadas por juntas de esquadramento com preenchimento impermeável e pouco rígido.

O aspecto final da zona reabilitada deve ser o mais semelhante possível ao das zonas confinantes, o que constitui um objectivo sempre difícil de atingir, quer pela coloração dos ladrilhos, quer pelo aspecto da junta. Deve ser dada especial atenção à planeza do novo revestimento e ao seu alinhamento com a face da parede, uma vez que os novos ladrilhos ficam frequentemente mais salientes, devido às irregularidades do suporte e a dificuldades de colocação. [5]

#### **Solução para Patologia P1 – Descolamentos**

Para reparar e sanar esta patologia é necessário, em primeiro lugar, remover o revestimento existente e reparar a zona contígua à saída da água pluvial de modo a eliminar a infiltração de água. Posteriormente, deverá proceder-se à recuperação do suporte e aplicação do novo revestimento cerâmico.

Aquando da remoção do cerâmico é aconselhável fazer uma análise cuidada, no sentido de se verificar, se os mesmos possuem uma boa aderência. Para tal,

percutem-se os cerâmicos com um martelo, devendo ser removidos os que soarem a oco.

A remoção dos ladrilhos fissurados, empolados, manchados ou com algumas zonas já descoladas, deve ser feita através de corte por rebarbadora (dois cortes diagonais) e com a ajuda de um martelo [5].

Após remoção do revestimento cerâmico degradado, deve-se verificar se é necessário efectuar picagem de forma a remover excedentes da camada de assentamento e verificar se o suporte não apresenta fissuras, caso contrário, as mesmas deverão ser tratadas previamente ao assentamento do novo revestimento.

Antes do assentamento do novo revestimento deverá ser garantida a compatibilidade entre a capacidade de deformação do novo revestimento e a elasticidade do produto de colagem.

Deverá ainda, antes da colocação do produto de colagem, avaliar-se o estado do suporte e verificar qual a espessura de regularização necessária e posteriormente proceder à sua impermeabilização com uma argamassa à base de polímeros, armada com rede de fibra de vidro ou sintética, se este se encontrar com fissuras. Na colagem do novo material cerâmico, deve escolher-se um cimento-cola adequado ao local, com bom desempenho em exteriores e compatível com o tipo de cerâmica (porosa, grés ou grés porcelânico) existente.

Previamente deverá definir-se também a existência de juntas entre os ladrilhos, bem como a sua espessura de acordo com as recomendações do fabricante e o tipo de material a usar no seu preenchimento, que deverá ser flexível.

A insuficiência da largura das juntas de assentamento ou o seu preenchimento com materiais demasiado rígidos, pode dar lugar quer a fissuração, quer a novos descolamentos, devido a acções higrotérmicas. [26]

Assim, deverão executar-se juntas de dilatação com largura superior a 5 mm em cada 50 metros quadrados, com um disco de corte, atravessando em profundidade o revestimento cerâmico e o produto de colagem e até o próprio reboco da base. No preenchimento das juntas deverão usar-se materiais flexíveis (mástiques).

Quando estamos em presença de destacamentos localizados, devem-se sobretudo à não existência de uma perfeita aderência entre o suporte e o revestimento, onde as deformações não são absorvidas pelo produto de colagem.

Nestes casos, deverá substituir-se todas as placas, que quando tocadas soem a oco e substituí-las por peças similares, reconstituindo o suporte com produto apropriado.

Assim, deverão ser eliminados todos os defeitos de planeza localizados e usarem-se colas com flexibilidade, no sentido de suportarem de uma forma mais eficaz as deformações geradas no revestimento cerâmico, ou seja, deverá usar-se uma cola que possua aderência elevada e que seja resistente à acção da água e do gelo.

A recuperação desta patologia é extremamente trabalhosa e na maior parte das vezes, cara também, já que o reparo localizado nem sempre é suficiente para acabar com o problema, que volta a ocorrer em outras áreas do revestimento cerâmico. Muitas vezes a solução é a retirada total do revestimento, podendo-se chegar até ao emboço e se refazer todas as camadas. [27]

### **Solução para Patologia P2 – Fissuras**

A alternativa para sanar esta patologia será a criação de uma junta capaz de permitir o movimento da laje na zona onde a fissura se manifestou.

Para o tratamento da presente fissura deverá em primeiro lugar proceder-se à remoção do revestimento ao longo da fissura até encontrar a junção da laje com o pano de alvenaria. Esta remoção deverá efectuar-se com recurso a ferramentas adequadas.

Depois de removido o referido revestimento segue-se a abertura da junta em forma de V em todo o seu desenvolvimento com uma largura não inferior a 150 mm e a posterior remoção integral de todo o material de reboco adjacente à fenda e dos materiais não aderentes. Sela-se a cunha com um mástique de poliuretano e preenche-se a fenda com uma argamassa de reparação, armada com uma rede e executa-se um novo revestimento.

Após secagem, prepara-se o suporte nas zonas onde foi extraído o revestimento e executa-se novo revestimento cerâmico, conforme instruções do fabricante, tão semelhante quanto possível ao antigo, tendo presente que a junta criada deverá ser reflectida no revestimento, para que haja uma absorção dos movimentos devido a variações dimensionais. Entre uniões construtivas de elementos diferentes não se deve reforçar essa ligação, mas, pelo contrário, marcar a junta no revestimento, para que este não seja afectado por possíveis movimentos do suporte.

Relativamente à presença de fissuras entre ladrilhos, o mais provável é ter havido separação do suporte, pelo que se devem retirar os ladrilhos contíguos e repô-los adequadamente.

No caso de a fissura atravessar o ladrilho cerâmico, este deve ser removido e substituído por outro, assegurando-se contudo uma boa aderência deste ao suporte.

Nos dois últimos casos referidos, pretende-se com a substituição dos ladrilhos afectados apenas a reparação do efeito da fissuração. No entanto, deverá primeiramente eliminar-se a causa que esteve na origem do seu aparecimento. Para tal, é necessário preverem-se juntas de dilatação no pano da fachada, que no caso do revestimento cerâmico podem coincidir com as uniões entre ladrilhos, quer na horizontal, quer na vertical.

### **Solução para Patologia P3 – Delaminação**

Para a eliminação desta patologia terá que se remover o revestimento.

Aquando do assentamento do novo revestimento, terá que ser assegurada a compatibilidade entre a capacidade de deformação dos ladrilhos e a elasticidade da camada de colagem.

Para além desta recomendação, deverão ser ainda previstas juntas de assentamento e de dilatação, em função da área e do tipo de revestimento.

### **Solução para Patologia P4 – Manchas**

A remoção das manchas, que resultam de sujidades por acção do meio ambiente (acumulação de poluição atmosférica, desenvolvimento de fungos e verdetes), faz com que a fachada perca o seu aspecto original.

Netas situações, pode proceder-se à lavagem do revestimento, recorrendo a produtos de hipoclorito de sódio, no entanto, é aconselhável raspar primeiro as acumulações de sujidades mais significativas com auxílio a uma escova ou espátula, sem deteriorar o suporte e eliminar os resíduos com jacto de água de alta pressão, se possível com água quente. No capítulo 2 foram abordadas técnicas de limpeza com pormenor.

### **Solução para Patologia P5 – Destacamento debaixo das varandas**

São necessárias duas intervenções reparativas. A primeira delas, consiste numa intervenção, a ser efectuada com o objectivo de sanar os problemas de infiltração que provêm do pavimento das varandas. A segunda, tem como objectivo realizar a

recuperação do revestimento que sofreu as consequências do processo patológico ocorrido, precedida de uma prévia lavagem para remoção dos microorganismos.

Para eliminar a pintura degradada existente, ou seja, para efectuar uma decapagem do revestimento, existem três procedimentos distintos. Pode ser efectuada uma decapagem química, onde é necessário aplicar um produto decapante e após algum tempo, com auxílio de uma espátula procede-se à raspagem do revestimento degradado e a uma posterior lavagem a jacto de água. Pode também efectuar-se uma decapagem térmica, onde se aquece o revestimento de modo a amolece-lo sem o queimar e posteriormente, com auxílio de uma ferramenta aquecida, raspar o revestimento, seguido de uma lavagem com jacto de água à pressão. Por fim, há a decapagem abrasiva com jacto de areia húmido ou jacto de água a alta pressão.

Após a decapagem terá que ser assegurado que o paramento se encontra limpo, isento de decapantes e poeiras.

Depois da reparação feita, deverá manter-se as saídas pluviais desobstruídas, verificar a solidez e aderência do suporte por forma a averiguar a aderência da nova pintura. Se o suporte se encontrar estável, proceder à execução da camada de acabamento de pintura e mantê-la sempre em bom estado.

### **Solução para Patologia P6 – Destacamento**

Para a eliminação desta patologia, terá que, numa primeira fase, se proceder à remoção do revestimento de pintura envelhecido, utilizando um método adequado (ver decapagem e raspagem).

Em seguida, deverá averiguar-se se o suporte não apresenta fissuração e se se encontra estável para se aplicar a nova pintura. Na escolha do produto de pintura deverá ter-se em conta a compatibilidade com as condições de exposição e do suporte.

A aplicação do novo produto de pintura não deve ser efectuada com temperatura ambiente elevada ou na presença de correntes de ar acentuadas, dado que, estas proporcionam uma secagem rápida da película, reduzindo a aderência do produto de pintura à base de aplicação [20].

### **Solução para Patologia P7 – Fissuras nos cantos das janelas**

A fissuração contribui para a diminuição da durabilidade das construções, uma vez que, além de demonstrar a manifestação de um problema, favorece o aparecimento de outras anomalias. Assim, na zona fissurada dá-se uma perda de estanquidade do

elemento afectado, permitindo a penetração de água e a ocorrência de degradação por acção de sais, carbonatação ou ciclos de gelo/degelo [7].

Neste caso concreto, uma alternativa de reparo desta patologia é a execução de contra vergas na zona dos vãos dos envidraçados. Para isso, corta-se o revestimento em V com aproximadamente 10 cm de largura e 1 cm de profundidade na zona da fissura e ao longo de todo o seu desenvolvimento, com recurso a ferramenta apropriada, limpa-se o interior da fissura removendo-se todos os resíduos e injecta-se na cunha, um selante flexível de poliuretano e enche-se o corte com uma argamassa de reparação, armada com rede.

O desenvolvimento de fendas a partir dos cantos e das aberturas, resulta do enfraquecimento do suporte. Assim, os diferentes métodos de tratamento de fissuras em função da sua largura, são os constantes no quadro seguinte.

Quadro 3.2 – Tratamento das fissuras em função da sua largura [26]

Largura Fissuras	Tratamento
<0,2mm (microfissuras)	Pintura; Revestimento de impermeabilizações
Entre 0,2 e 1 mm	Aplicação de uma armadura sobre novo revestimento; Pintura armada
Entre 1 e 2 mm	Abertura da fissura, obturação com um mástique e aplicação de reboco armado
> 2 mm	Sistema de isolamento térmico pelo exterior

### Solução para Patologia P8 – Empolamentos

Quando estamos na presença de empolamentos, é necessário proceder à escovagem com vista à remoção do revestimento degradado até uma profundidade em que se encontre com boa aderência.

Após remoção do revestimento tem que se verificar se o suporte não se encontra danificado e se está apto para receber nova pintura. Na escolha do produto de pintura deverá ter-se em conta a compatibilidade com as condições de exposição. É conveniente a aplicação de um primário promotor de aderência sobre o suporte e uma nova camada de tinta do mesmo tipo, num número de demãos necessário à obtenção de uma superfície homogénea, procurando disfarçar as zonas de sobreposição com o revestimento anterior.

### **Solução para Patologia P9 – Sujidades de origem biológica**

É necessário proceder a algumas acções reparativas com o objectivo de eliminar o aparecimento de microrganismos. Assim, deve-se em primeiro lugar anular as infiltrações existentes nas varandas, através da realização de um novo sistema de impermeabilização, colocação de pingadeiras nas extremidades inferiores para promover o correcto encaminhamento das águas para o exterior e evitar o escorrimento das sujidades para a superfície da fachada bem como a penetração de humidades para o interior das paredes.

Deverá ainda proceder-se à limpeza desse local por forma a remover na totalidade os microrganismos através da aplicação de uma solução à base de hipoclorito de sódio diluído em água limpa e a realização de uma limpeza mecânica utilizando escovas para a remoção da camada de tinta solta.

A camada de tinta não removida durante o processo de lavagem deve ser retirada através de raspagem com ferramenta adequada (espátula) de forma manual até encontrar o revestimento em bom estado e eliminar posteriormente os resíduos recorrendo a jacto de água de alta pressão.

De seguida deve aplicar-se um primário e posteriormente a aplicação da tinta de acabamento da mesma cor, conforme recomendações do fabricante.

#### **3.4.2 Edifício Bristol**

O presente edifício de habitação multifamiliar, localiza-se na Av. 25 de Abril em Valpaços, numa zona de transição entre a malha urbana consolidada e a de expansão.

O projectista refere que tentou desenhar um edifício que redefinisse a leitura da quase banda contínua que o local parece querer assumir e se tornasse num elemento arquitectónico que ao quebrar essa continuidade algo desgarrada, se elegeisse, também como um elemento aglutinador de todo o percurso visual do sítio, numa atitude que tenta congrega a ideia da memória urbana como resultado de todos os elementos volumétricos que caracterizam a imagem da cidade.

##### **3.4.2.1 Descrição do Edifício**

O edifício Bristol foi construído em 1990, possui 4 pisos, sendo o rés-do-chão e o 1º andar destinados a comércio e os restantes 2 a habitação.

Da consulta do projecto do presente edifício, verificou-se que à data da sua elaboração, a lei que vigorava era o Decreto-Lei n.º 166/70 de 15 de Abril. Após consulta da referida legislação, constatou-se que é omissa a indicação dos elementos de projecto que devem instruir o processo de licenciamento. É apenas referido, que os subscritores dos projectos deverão juntar declaração, atestando o cumprimento das normas da construção e que a análise dos projectos nas câmaras municipais, incidirá especialmente sobre o aspecto exterior dos edifícios, inserção no ambiente urbano, cêrceas e sua conformidade com os planos de urbanização.

De salientar ainda, que a citada legislação, aponta para fundamentos, com base nos quais a câmara municipal poderá indeferir os pedidos de licenciamento de edificações, a saber:

1. Inconformidade com plano ou antepiano de urbanização;
2. Falta de arruamentos e redes públicas de água e saneamento em zonas sujeitas a plano de urbanização, quando se trate de novas edificações;
3. Desrespeito por quaisquer normas legais e regulamentares relativas à construção;
4. Trabalhos susceptíveis de manifestamente afectarem a estética das povoações ou a beleza das paisagens;
5. Alterações em construções ou elementos naturais classificados como valores concelhios.

Face ao exposto, pode referir-se que o Decreto-lei n.º 166/70 de 15 de Abril, é pouco claro no que se refere aos elementos que devem figurar num projecto de licenciamento de uma determinada edificação. No entanto, existe uma Portaria de Instruções para o Cálculo de Honorários, publicada em 7 de Fevereiro de 1972, que estabelece as peças de projecto a apresentar, consoante o tipo de obra. A secção I do capítulo II é referente a edifícios e no seu artigo 19º indica os elementos de projecto a apresentar.

Relativamente à envolvente exterior dos edifícios, existe, na referida Portaria, uma alusão na alínea k) do artigo 19º, aos alçados, onde refere que devem explicitar a configuração e o dimensionamento das paredes exteriores (janelas, portas, vergas, palas, varandas, etc.), a natureza e a localização dos materiais utilizados nos revestimentos e nos elementos de construção. Refere ainda a alínea n) que devem ser apresentados pormenores de execução dos diferentes elementos de construção, que permitam a compreensão clara e a definição precisa do dimensionamento e da natureza das interligações dos diferentes materiais ou partes constituintes.



Este projecto é constituído por um projecto de arquitectura, onde, em termos de elementos, consta uma memória descritiva sucinta, plantas, cortes longitudinais e alçados, um projecto de estabilidade, onde refere o sistema estrutural proposto, acompanhado de planta de fundações, vigas, lajes e pilares, um projecto de abastecimento de água e águas residuais e finalmente um projecto de instalações eléctricas.

Da consulta do projecto de estabilidade, pode retirar-se que a construção, assenta numa estrutura onde se usou o sistema tradicional, com todos os elementos de suporte (vigas, pilares, caixas de escada, etc) em betão armado e paredes exteriores em alvenaria de tijolo 0.30X0.20X0.15m e de 0.30X0.20X0.07m. Entre as paredes de alvenaria existe caixa-de-ar de 0.04 m de espessura que contém poliestireno expandido, como isolamento térmico.

O edifício foi dividido em duas partes distintas, separadas por uma junta de dilatação e as lajes de piso e de cobertura são aligeiradas de vigotas e abobadilhas.

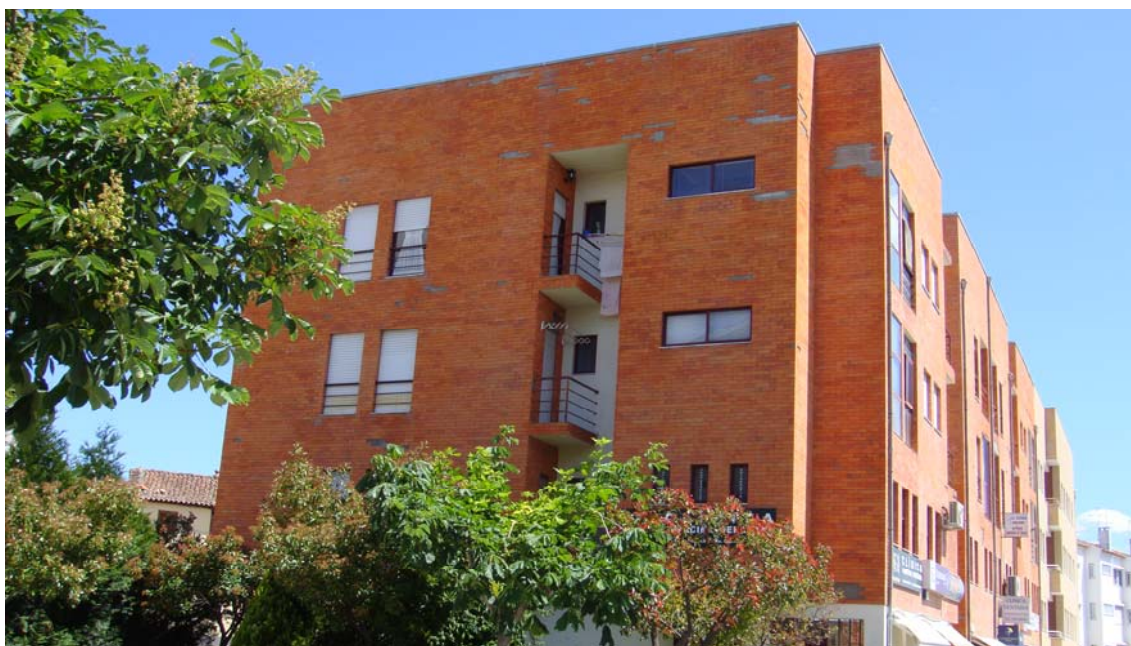


Figura 3.24 – Fachada lateral do Edifício Bristol

### 3.4.2.2 Descrição das fachadas

Do projecto de arquitectura, verificou-se que o mesmo não comportava qualquer informação sobre os revestimentos aplicados na fachada, apenas refere, de forma indicativa, a cor e o tipo de revestimento a ser aplicado. Ou seja, à semelhança do projecto de arquitectura dos outros edifícios estudados, apenas é apontada uma

solução para o revestimento exterior, sem descrever as propriedades a exigir aos materiais.

Assim, após observação do edifício, constatou-se que as fachadas, são revestidas exteriormente com ladrilhos cerâmicos, exceptuando o interior das varandas que são pintadas de cor branca marfim.

As fachadas que maior número de anomalias apresentam, são a fachada principal, orientada a sudoeste e a fachada lateral, orientada a nascente.

### 3.4.2.3 Registo e descrição das manifestações patológicas

No presente edifício foram detectadas as principais manifestações patológicas:

Quadro 3.3 – Patologias existentes no edifício Bristol

<b>Revestimento Cerâmico</b>	
P1	Empolamentos
P2	Descolamentos
<b>Revestimento por Pintura</b>	
P3	Desprendimento da pintura

Este edifício possui 19 anos e os seus problemas patológicos já existem há algum tempo. Pelo testemunho obtido de alguns moradores, os destacamentos apareceram ainda numa idade jovem do edifício, tendo-se agravado consideravelmente nos últimos anos, mas até à data não foi efectuada qualquer intervenção de reparação da fachada.

#### Descrição da Patologia P1 – Empolamentos

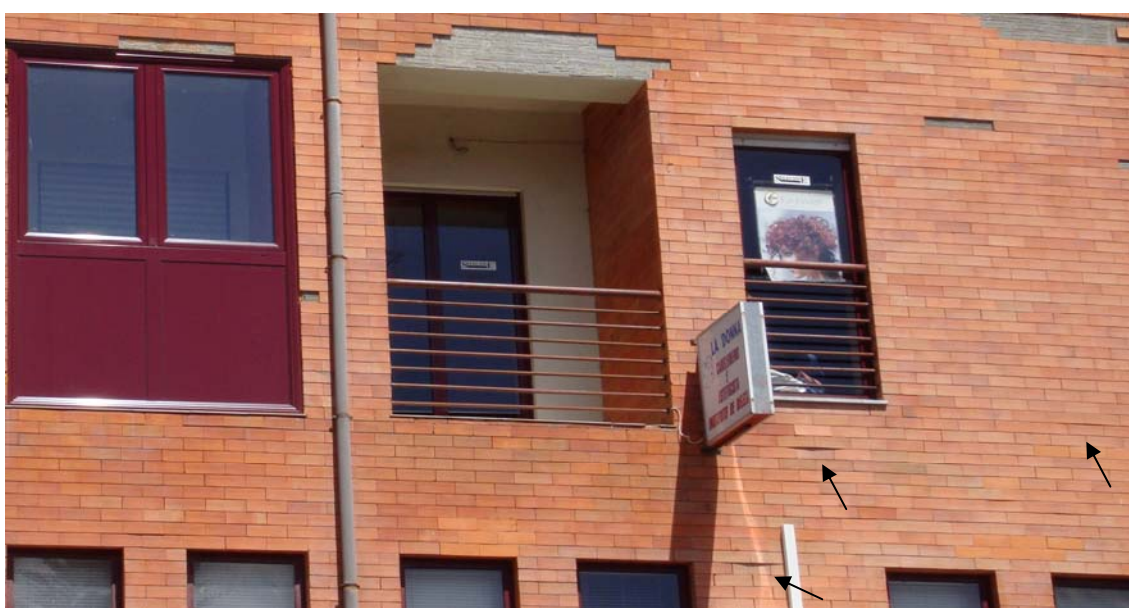


Figura 3.25 – Empolamentos do cerâmico

Na figura 3.25 pode verificar-se a existência de empolamentos em locais diversos, que resultam de uma perda de aderência relativamente ao suporte, possivelmente devido à fraca qualidade da argamassa de colagem/assentamento.

Esta patologia pode dever-se também a variações dimensionais, quer pela acção da temperatura, quer pela expansão resultante da acção da humidade.

Aliada à formação destas convexidades, segue-se a inevitável queda do revestimento, por perda de aderência do revestimento ao suporte.

### **Descrição da Patologia P2 – Descolamentos**

Quando estamos perante desprendimentos, haverá que em primeiro lugar averiguar qual a causa que lhes deu origem, podendo tratar-se de humidades, fissuras ou presença de microrganismos.

Neste caso concreto, denota-se que o desprendimento na fachada é generalizado.

Normalmente, quando estamos em presença de um descolamento generalizado associado a empolamentos, tal facto deve-se à fraca expansão irreversível não compensada por juntas de dilatação estruturais e juntas de assentamento com largura e espaçamento suficientes.



Figura 3.26 – Descolamentos do cerâmico

Outra causa provável quando estamos em presença simultânea de empolamento e descolamento deve-se ao ataque da argamassa do revestimento pelos sulfatos

solúveis na água, em consequência da presença prolongada e abundante da água nos suportes com teor significativo de sais [28].

Tal situação é agravada pela existência de uma falta de estanquidade que progressivamente é aumentada à medida que o revestimento se vai destacando, criando condições para a entrada de água através do suporte, com risco de infiltrações para o interior e acelerando o processo de descolagem do restante revestimento.

Se porventura estivéssemos perante descolamentos sem a existência de empolamentos, poderíamos referir que os mesmos se deviam a uma deficiência da camada adesiva, quer por falta de qualidade do produto de colagem, quer pela sua má aplicação.

### **Descrição da Patologia P3 – Desprendimento da pintura**

O revestimento de pintura apresentado na figura 3.27 apresenta-se empolado, tendo ocorrido o seu destacamento junto à base do pilar.

A causa evidente para o aparecimento desta patologia é a presença de humidade.

De salientar que a mesma, apenas ocorre na parte baixa do pilar, onde a água pluvial proveniente do tubo de queda contíguo, colide directamente sobre este, dado se encontrar danificado, não permitindo que a água seja encaminhada directamente ao sumidouro existente.



Figura 3.27 – Desprendimento da pintura

De referir que apenas o pilar que sustenta o tubo de queda apresenta a referida patologia.

Situações destas podem também estar associadas a fenómenos de ascensão capilar, resultantes da inexistência de corte hídrico adequado na base [29].

#### **3.4.2.4 Propostas de Intervenção**

##### **Solução para Patologia P1 e P2 – Empolamentos e Descolamentos**

Quando estamos na presença de descolamentos de peças do revestimento, haverá que, numa primeira fase, remover o revestimento na envolvente do local afectado que não apresente boa aderência ao suporte, através de corte em esquadria, delimitando preferencialmente áreas rectangulares.

Depois haverá que repor o revestimento idêntico ao existente, garantindo a compatibilidade entre a capacidade de deformação do mesmo e a elasticidade da camada de colagem, conjugada com as juntas, precedido de um tratamento prévio nas superfícies expostas do suporte. Nessas zonas, pode tornar-se necessário aplicar um produto que favoreça a aderência.

As juntas entre ladrilhos devem ter a espessura definida pelo fabricante (> 4 mm) e preenchidas com produto flexível (módulo de elasticidade < 8000 MPa), devendo ainda ser criadas juntas de fraccionamento (> 6 mm) e juntas em correspondência com as juntas de dilatação da construção. O seu preenchimento deve ser feito com talocha de borracha, efectuado na diagonal, pressionando a argamassa para o seu interior por forma a que fiquem bem preenchidas. Depois de endurecida deverá proceder-se à sua limpeza com esponja humedecida.

O cimento-cola deve ser também criteriosamente escolhido em função das características do revestimento e do suporte.

##### **Solução para Patologia P3 – Desprendimento da pintura**

O modo de solucionar a presente patologia passa por uma raspagem superficial da pintura e posterior aplicação de nova pintura.

No entanto, deve-se dar uma demão com produto impermeabilizante depois de a base se encontrar devidamente seca.

Entretanto, antes de se proceder à reparação da patologia é necessário que o tubo de queda das águas pluviais seja devidamente reparado, encaminhando as águas directamente para a sargeta.

### 3.4.2.5 Proposta de Intervenção Alternativa

Dado que o presente edifício apresenta um aspecto bastante degradado, outra alternativa à reparação pontual do revestimento existente e porventura a mais vantajosa em termos económicos, seria a remoção do material de revestimento que não apresente boas condições de aderência e a aplicação de um reboco armado directamente sobre o isolamento térmico colado ao suporte, com a circunstância de melhorar também o conforto higrotérmico do próprio edifício.

Com a utilização do sistema ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems with Rendering), garante-se uma solução de boa qualidade, permitindo por um lado, a melhoria do aspecto visual do edifício e por outro, um ganho associado ao consumo de energia, bem presente hoje, na nossa sociedade.

Ganho esse, que se traduz especificamente na redução das pontes térmicas, aumento da inércia térmica no seu interior, aumento da protecção das paredes exteriores face aos agentes agressivos, melhoria da impermeabilidade da fachada e além disso haverá uma economia de energia devido às necessidades de aquecimento e de arrefecimento do ambiente interior, traduzindo-se numa poupança para os seus utilizadores.

Este sistema é constituído por placas de poliestireno expandido (EPS) revestidas com um reboco delgado armado com redes de fibra de vidro ou rede sintética. Como acabamento é normalmente utilizado um revestimento plástico espesso (RPE).

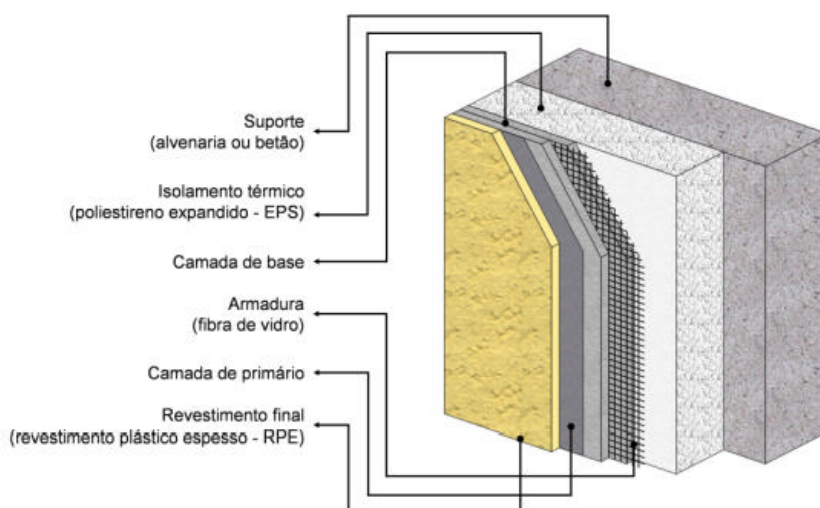


Figura 3.28 – Composição esquemática de um ETICS [30]

Este sistema permite a sua colocação sobre paramentos verticais já existentes em alvenaria de tijolo, como é o caso.

O isolamento térmico, poliestireno expandido (EPS) é fixo ao suporte através de um produto de colagem pré-preparado, que se encontra no mercado em várias formas: em pó em que se adiciona água ou se mistura a um ligante (resina) e também em pasta à qual se adiciona cimento portland.

No que se refere às armaduras serão em fibra de vidro ou rede sintética e incorporadas na camada base. Estas armaduras melhoram a resistência mecânica do reboco e asseguram a sua continuidade.

A camada base é um reboco aplicado sobre o isolamento térmico que visa permitir o recobrimento da armadura. Normalmente, usa-se o mesmo produto da colagem do isolamento ao suporte.

Posteriormente, sobre a camada base, aplica-se um primário à base de resinas em solução aquosa. Esta camada tem como finalidade assegurar a aderência da camada de revestimento final. Finalmente, como acabamento final usa-se um revestimento plástico espesso (RPE).

O uso do sistema ETICS requer a utilização de perfis metálicos como forma de garantir a continuidade dos vários elementos construtivos, nomeadamente nos pontos singulares da fachada que deverão ser previamente identificados.

São considerados pontos singulares os remates das esquinas da fachada, com peitoris e ombreiras, com o topo da parede (platibanda), juntas de dilatação e na fixação de tubos de queda.

#### **3.4.2.5.1 Análise e tratamento do suporte**

Antes da aplicação do isolamento térmico, o suporte terá que ser alvo de tratamento, pelo que, todos os elementos do revestimento que estejam soltos têm que ser retirados e todas as fissuras existentes tratadas.

No final, o suporte deve estar plano, sem irregularidades ou desníveis superiores a 1 cm, nem apresentar poeiras ou outras partículas, que dificultem a aderência.

Devem ainda ser retirados os tubos de queda de encaminhamento das águas pluviais existentes na fachada, garantindo, no entanto, a evacuação das águas pluviais durante o decorrer dos trabalhos.

#### 3.4.2.5.2 Aplicação do adesivo

Antes da aplicação do produto de colagem, deve preparar-se a cola respeitando as dosagens definidas pelo fabricante do sistema, devendo, da sua mistura resultar um produto homogéneo.

A cola só deverá ser aplicada cerca de 5 a 10 minutos após a preparação da mistura [30]. É aplicada sobre a placa de isolamento térmico (RPE), com auxílio a uma talocha dentada com entalhes de 6 a 10 mm, sobre toda a superfície da placa.

Complementarmente à colagem tem que se prever fixações mecânicas, uma vez que o suporte possui revestimentos pré-existentes que não oferecem grandes garantias de aderência às argamassas de colagem das placas de RPE, como facilmente se pode observar pelos descolamentos e empolamentos que actualmente apresenta.

Reforço esse, que será realizado com a utilização de buchas de fixação, na quantidade de pelo menos 6 unidades por m<sup>2</sup>, que deverá ser reforçada em função da elevação da exposição ao vento. As buchas deverão ter comprimento adequado à espessura da placa de EPS a fixar [35].

#### 3.4.2.5.3 Colocação do isolamento

Antes de proceder à colagem das placas de EPS deve-se verificar se as condições climáticas são apropriadas a este tipo de trabalhos, pelo que a temperatura ambiente exterior não deve ser inferiores a 5° C e não pode estar a chover.

Se estas condições não se verificarem, devem iniciar-se os trabalhos pelo limite inferior da zona a revestir, onde serão colocados perfis de arranque, com espessura adaptada às placas de EPS, que serão colocadas horizontalmente sobre este.



Figura 3.29 – Perfil de Arranque [31]



Estes perfis, são fixos ao suporte mediante pregos de fixação com bucha, apoiando no arranque da montagem as placas de isolamento que protegem da possível penetração de humidade e agressões externas.

As placas de isolamento são colocadas topo a topo, em fiadas horizontais a partir da base da parede, sendo o nível de referência definido pelo perfil de arranque. São dispostas com juntas desencontradas, quer em zona corrente, quer nos cantos [30].

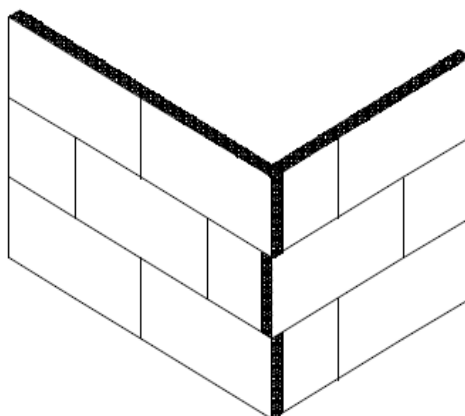


Figura 3.30 – Disposição das placas de isolamento térmico [30]

Devem ser montadas de baixo para cima, umas sobre as outras, com juntas desfasadas pelo menos de 0,10 m das juntas entre dois perfis de arranque.

As juntas existentes entre as placas de EPS devem ser preenchidas com lâminas de poliestireno ou espuma de poliuretano, de modo a evitar pontes térmicas.

Deve-se ir verificando permanentemente a verticalidade do conjunto das placas de isolamento, com auxílio de uma régua metálica de 2 m e nível de bolha de ar.

Sempre que for necessário efectuar recortes nas placas, estes devem ser executados após a colagem do isolamento.

As placas de EPS têm 1m x 0,5m e são coladas ao suporte através do produto de colagem que é aplicado do verso das mesmas.

Uma vez que o suporte de alvenaria de tijolo apresenta irregularidades, devido à retirada do revestimento cerâmico existente, deve-se aplicar a argamassa de colagem em cordão com 3 a 4 cm de espessura ao longo de todo o perímetro da placa, acrescentando dois pontos de argamassa no centro da mesma.

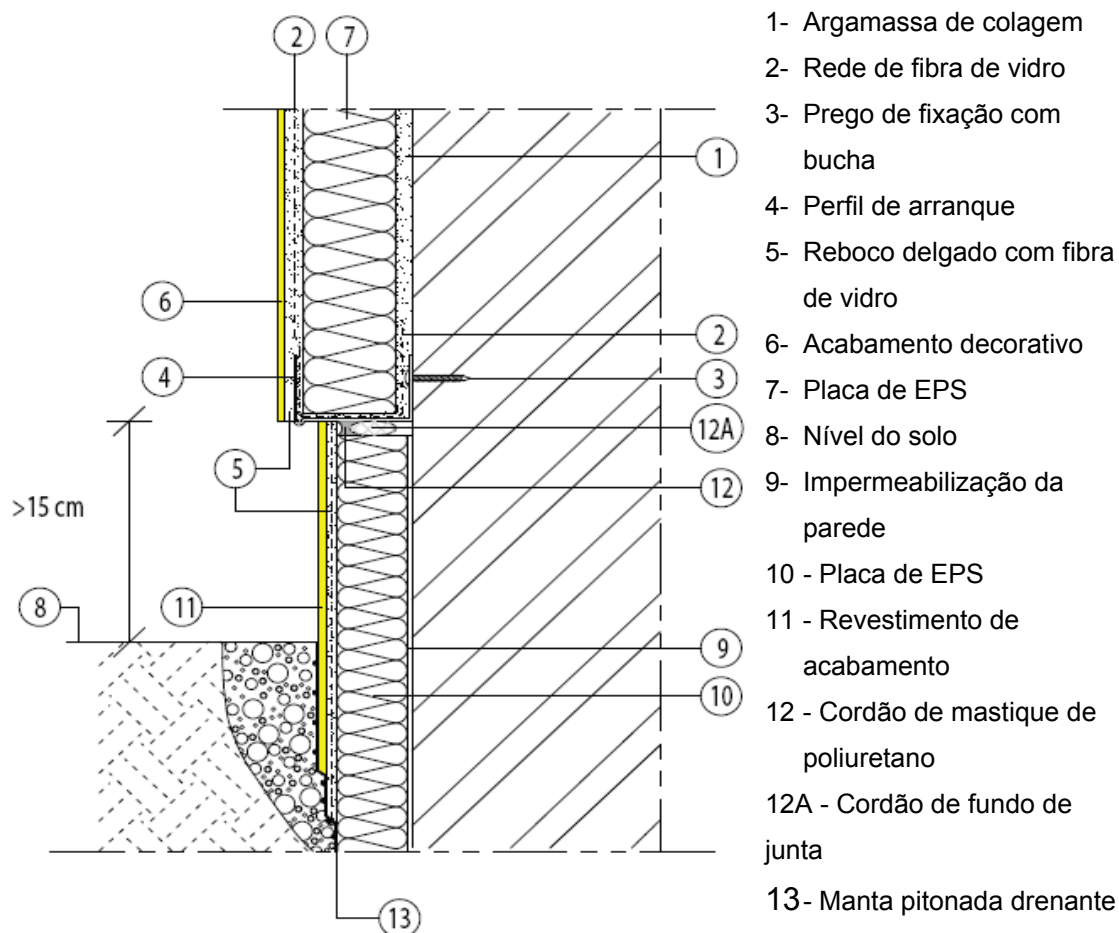


Figura 3.31 – Pormenor arranque junto ao solo [31]

#### 3.4.2.5.4 Aplicação da camada de base armada

Após a colagem do isolamento térmico, as placas são revestidas com uma primeira camada de reboco, sobre a qual é aplicada a armadura com a argamassa ainda fresca, com a ajuda de uma talocha em inox.

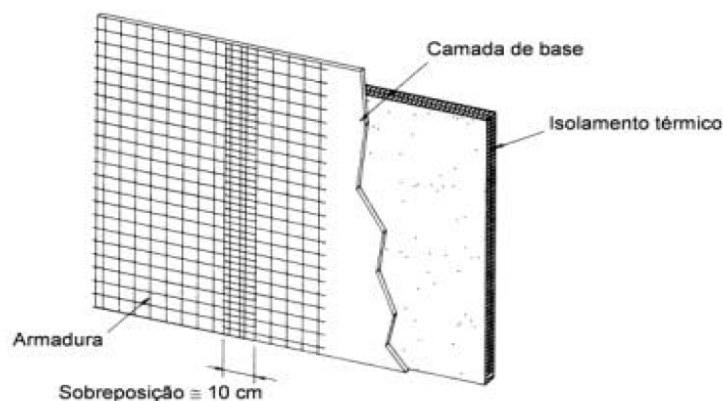


Figura 3.32 – Sobreposição das armaduras normais [30]

Quando for necessário efectuar emendas na armadura, terá que ser garantida uma sobreposição de pelo menos 10 cm. Além disso, a armadura deverá envolver as arestas onde existam cantoneiras de reforço. Não se pode aplicar a armadura directamente sobre o EPS.

Após aplicação da armadura e a primeira camada de reboco estiver seca, aplica-se a última camada de reboco de modo a envolver completamente a armadura.

A rede de fibra de vidro ou sintética tem como missão fundamental conferir resistência e estabilidade ao revestimento, evitando assim, o aparecimento de fissuras devido a variações de temperatura ou movimentos das placas de material de isolamento.

#### **3.4.2.5.5 Aplicação da camada de primário**

Depois da camada de base estar seca (no mínimo 24 horas), estão reunidas condições para aplicar o primário de aderência que deve apresentar uma coloração similar à do revestimento final.

#### **3.4.2.5.6 Aplicação da camada de acabamento**

Como material de acabamento é usado um Revestimento Plástico Espesso (RPE) que são argamassas com espessuras médias de 1 a 1,25 mm. Este tipo de revestimento, tem quer uma função decorativa, quer de impermeabilização e protecção, contribuindo também para a resistência superficial do sistema ETICS.

A camada de acabamento é aplicada por barramento com talocha lisa em inox e acabado com talocha plástica com movimentos circulares obtendo-se uma textura de acabamento. Devem usar-se cores claras com coeficiente de absorção de radiação solar ( $\alpha$ ) inferiores a 0,7, de forma a proteger a fachada da radiação solar.

#### **3.4.2.5.7 Pontos singulares**

##### Vãos da fachada

A zona dos vãos da fachada, devem merecer uma atenção especial por serem sensíveis ao aparecimento de fissuras, pelo que é importante reforçar os seus cantos com faixas de armadura com 0,3 x 0,3 m, coladas sobre as placas de isolamento.

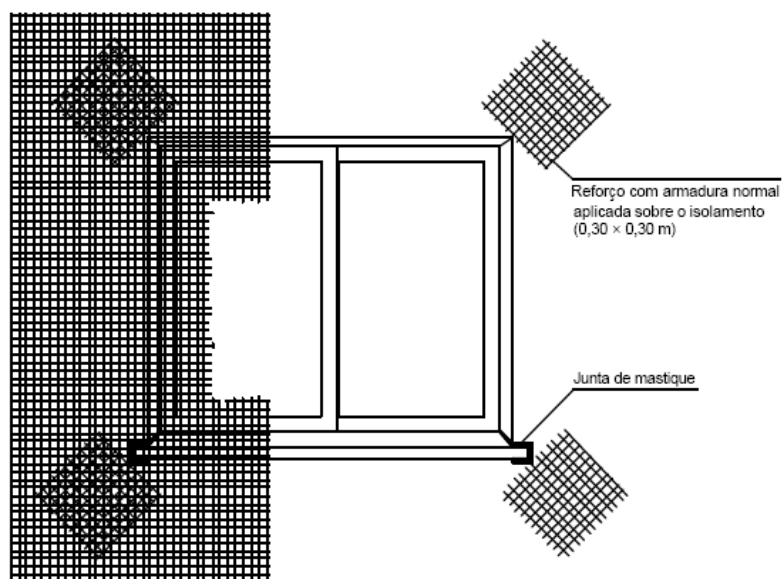


Figura 3.33 – Reforço da armadura no contorno dos vãos da fachada

### Parapeitos das janelas

Neste caso em concreto, há necessidade de aumentar a extensão do peitoril, uma vez que, a parede exterior vai aumentar a sua espessura em relação à original.

O peitoril existente em pedra, pode ser aumentado com um material semelhante usando para o efeito argamassa epoxy ou aplica-se um novo peitoril metálico sobre o existente.



Figura 3.34 – Soluções para parapeitos em janelas [31]

Para além de uma pendente para o exterior que garanta o bom escoamento da água, deverão garantir uma projecção horizontal com pingadeira de 3 a 4 cm para além do plano do revestimento da fachada e a existência de um dispositivo nas suas extremidades laterais (ranhura, pequeno canaleta, parede vertical, etc.) que impeça a água de escorrer lateralmente, conduzindo-a a escorrer pelo bordo frontal. [31]

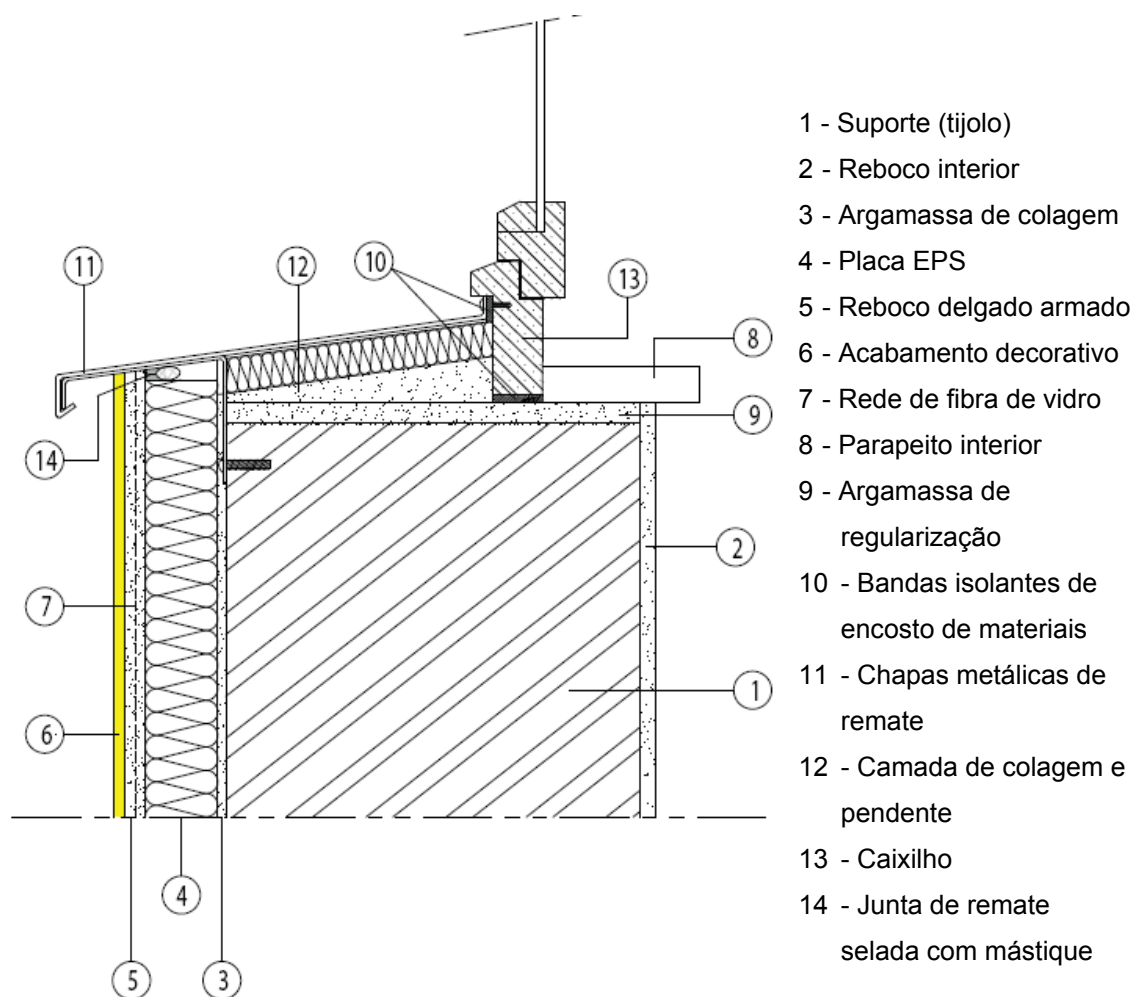


Figura 3.35 – Pormenor de remate com peitoril da janela [31]

Arestas / Esquinas

Em todas as esquinas da fachada deve ser previsto um reforço usando para o efeito um perfil de esquina com rede perfurada de modo a permitir uma melhor aderência das argamassas. Perfis esses, que serão colados directamente sobre as placas de isolamento térmico com a mesma argamassa utilizada na colagem das placas.

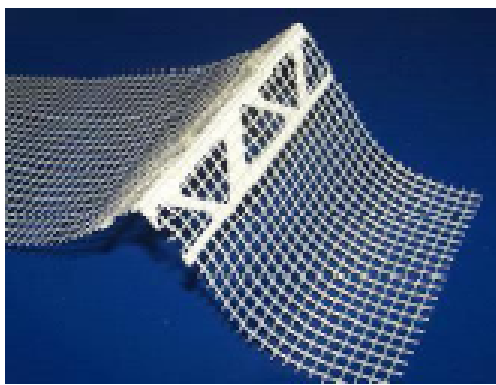


Figura 3.36 - Perfil perfurado para reforço de esquina/aresta [31].

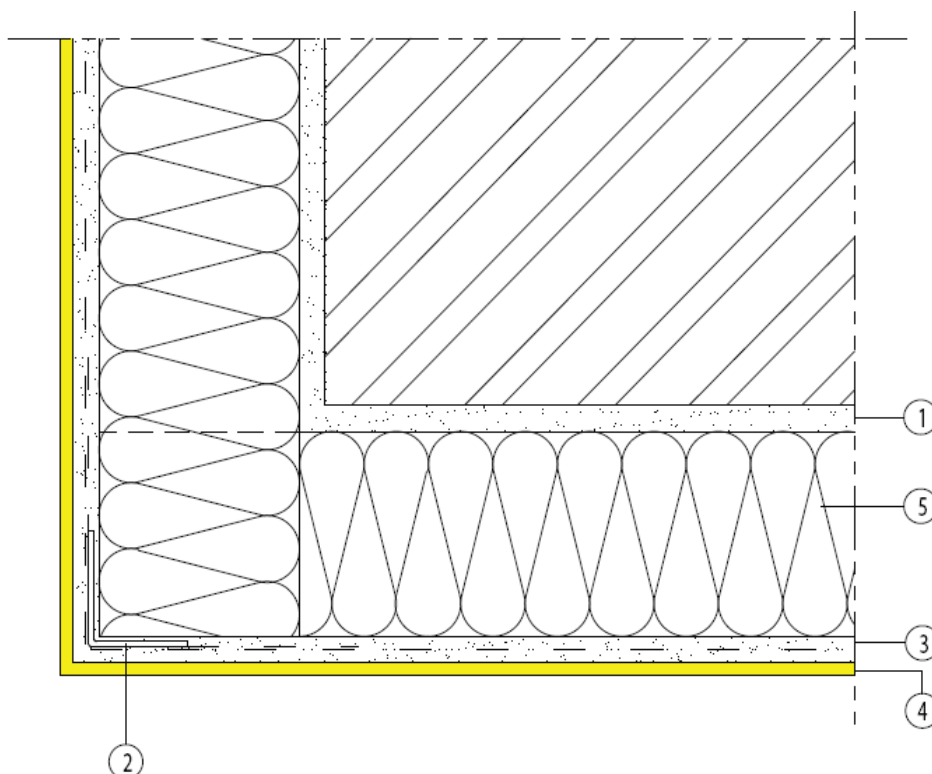


Figura 3.37 – Pormenor de remate de esquina [31]

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1- Argamassa de colagem                                     | 4- Acabamento decorativo |
| 2- Perfil esquina com rede                                  | 5- Placa de EPS          |
| 3- Regularização com duas camadas de rede de fibra de vidro |                          |

### Juntas de dilatação

Todas as juntas de dilatação existentes no edifício deverão ser respeitadas, interrompendo, assim, o sistema ETCS, devendo ser rematadas com perfil de junta de dilatação aplicado sobre as placas de EPS.

O espaço interior do perfil da junta de dilatação deverá ser selado com mastique de poliuretano sobre cordão de fundo de junta em espuma de polietileno [31].

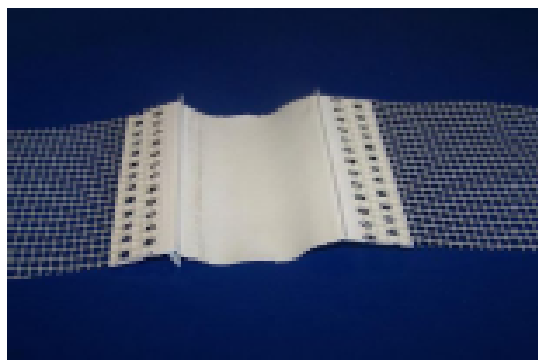
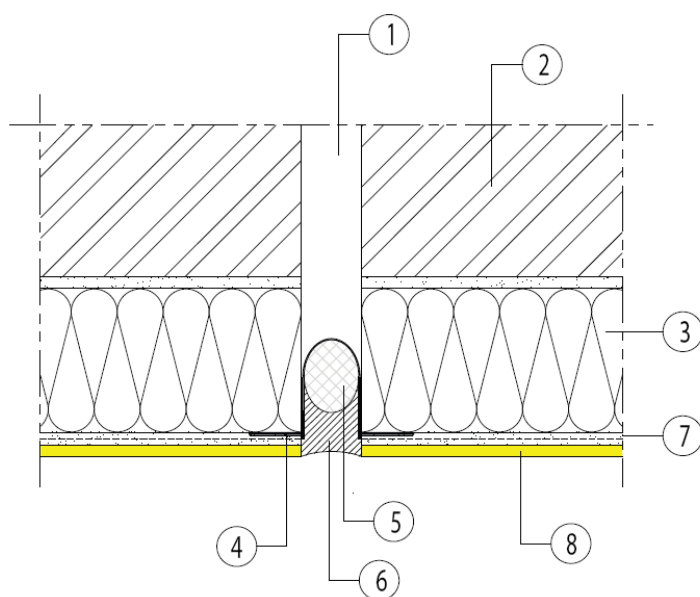


Figura 3.38 - Perfil com rede e membrana deformável para remate de juntas de dilatação [31]



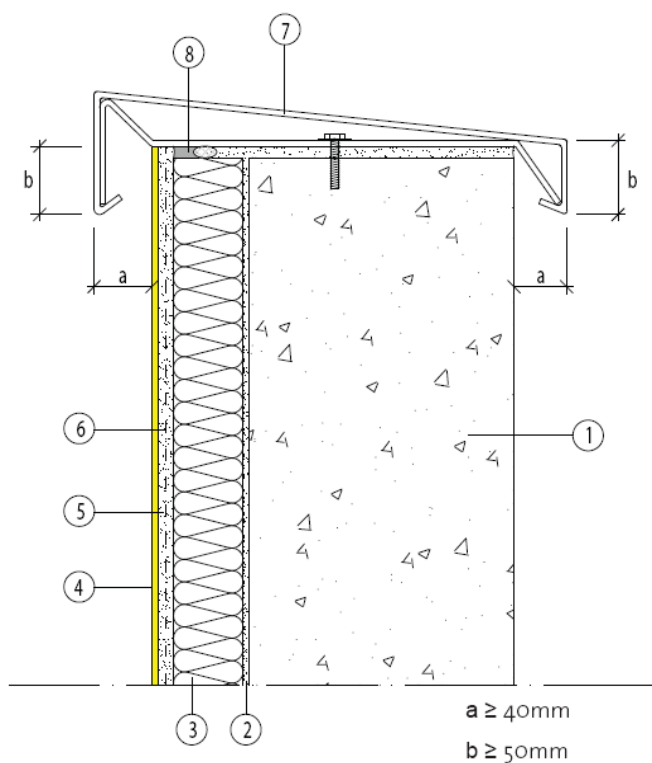
- 1- Junta de dilatação
- 2- Parede de alvenaria
- 3- Placa de EPS
- 4- Perfil de junta de dilatação
- 5- Cordão de polietileno para fundo de junta
- 6- Mastique de poliuretano
- 7- Argamassa de revestimento armada com fibra de vidro
- 8- Camada de acabamento

Figura 3.39 – Pormenor de junta de dilatação [31]

### Remates superiores das fachadas

Com o aumento de espessura das paredes provocado pela aplicação do sistema, será necessário avaliar a necessidade de revisão dos sistemas de remate e protecção superior dos panos de fachada [31].

No caso de rufos metálicos, como é o caso, devem-se substituir os sistemas existentes por novos de dimensões adaptadas à nova espessura da parede.



- 1- Parede de alvenaria
- 2- Argamassa de colagem
- 3- Placa de EPS
- 4- Acabamento decorativo
- 5- Reboco delgado armado
- 6- Rede de fibra de vidro
- 7- Rufo metálico
- 8- Junta de encontro, selada com mástique e cordão de fundo de junta

Figura 3.40 – Pormenor platibanda [31]

### **3.4.3 Edifício Amoreiras**

O presente edifício localiza-se no Av. D. Maria do Carmo Carmona é constituído por rés-do-chão e 3 pisos. É composto por uma zona porticada ao nível do piso térreo onde funcionam galerias comerciais.

#### **3.4.3.1 Descrição do Edifício**

O edifício das Amoreiras foi construído em 1991 e o seu projecto elaborado com base nos requisitos impostos pelo Decreto-Lei n.º 445/91 de 20 de Novembro, à semelhança do edifício Rossio, analisado anteriormente.

Os elementos que compõem o presente projecto, são os exigidos na lei vigente à data. Em termos de pormenores de execução, no projecto de arquitectura, não há qualquer referência à solução construtiva a prescrever para as paredes exteriores, nem indicação das propriedades a que os materiais de revestimentos devem obedecer.

No projecto de estabilidade, o projectista propõe que a estrutura seja executada pelo método tradicional de pilares e vigas em betão armado e paredes exteriores em alvenaria de tijolo de 0.11m e de 0.15m de espessura.

A estrutura segue assim o processo de pórticos paralelos no sentido da rua e travados perifericamente por vigas de bordadura embebidas em lajes. Entre as paredes de alvenaria exterior e interior possui caixa-de-ar com 0.04 m de espessura que comporta 0.03 m de poliestireno expandido.

#### **3.4.3.2 Descrição das Fachadas**

O projecto deste edifício de habitação multifamiliar, como referido não comportava qualquer informação sobre os revestimentos aplicados na fachada, apenas aponta, de forma indicativa, a cor e o tipo de revestimento a ser aplicado.

Nesse sentido, as fachadas são pintadas a tinta de areia de cor branca, depois de embossadas, rebocadas e impermeabilizadas com argamassa hidrófuga e revestimento a areado fino.

Os alçados são animados pelas varandas como pequenos corpos que emergem da cobertura. No assentamento do tijolo utilizou-se argamassa de cimento e areia ao traço 1:4.





Figura 3.41 – Fachada principal do Edifício Amoreiras

A fachada principal encontra-se orientada a poente, recebendo incidência de luz solar durante o período da tarde. As restantes fachadas encontram-se confinadas com os edifícios adjacentes.

### 3.4.3.3 Registo e descrição das manifestações patológicas

Após uma análise detalhada ao edifício, foram detectadas algumas manifestações de patologia, que se indicam:

Quadro 3.4 – Patologias existentes no edifício Amoreiras

Revestimento por pintura	
P1	Fissuras
P2	Fissura na cornija
P3	Eflorescências

O presente edifício possui 18 anos e até à data não foi alvo de qualquer intervenção. O testemunho de alguns moradores aponta no sentido de que as patologias existentes são relativamente recentes, salvo as eflorescências que existem há alguns anos, não se conseguindo, no entanto, quantificar no tempo.

#### Descrição da Patologia P1 – Fissuras

As fissuras representadas na figura 3.42 possuem uma direcção bem definida (horizontal), o que nos leva a acreditar, face também à sua localização, que esta manifestação no revestimento se deve ao não tratamento da transição entre materiais com comportamentos mecânicos distintos (laje/alvenaria).



Figura 3.42 – Fissuras ao nível da varanda e da janela

A existência de materiais de características mecânicas diferentes, nomeadamente no que se refere aos coeficientes de dilatação, que, na presença de movimentos diferenciais devidos a variações de temperatura ou de humidade, não são acompanhados pelo revestimento, causando a sua rotura no ponto de transição.

#### **Descrição da Patologia P2 – Fissura na cornija**

Neste caso concreto, o escoamento de água da chuva, cria erosões dissolvendo parcialmente a argamassa de revestimento, numa zona onde há a transição entre dois edifícios e onde não foi criada uma junta de dilatação, ou não foi respeitada a sua existência no revestimento. De referir que, após consulta do projecto de estabilidade e estruturas, a representação da junta de dilatação, estava omissa.



Figura 3.43 – Fissura na cornija

De realçar que, nesse local, existe uma descontinuidade na caleira, permitindo que a água dela proveniente esorra através da cornija, promovendo a sua degradação.

Para além da degradação da pintura, nesse local, salienta-se a existência de uma fissura de dimensões consideráveis.

### **Descrição da Patologia P3 – Eflorescências**

Como já referido em casos de estudo anteriores, as eflorescências devem-se à presença de sais solúveis na água na sua fase líquida em contacto com o revestimento, que cristalizam à superfície quando a água líquida passa a vapor, formando um pó branco ou vitrificações translúcidas e brilhantes. Estas últimas, formam-se quando a superfície do revestimento não é muito porosa.

A sua origem é variada, podendo encontrar-se em impurezas contidas na própria matéria, em sais presentes no suporte que migram através do revestimento, em sais que se produzem por excesso ou falta de homogeneidade de determinados aditivos, provir da água da amassadura, se esta contém sulfatos, ou por último, pela reacção de sais de fosfato que são utilizados na remoção de capas velhas de pintura.



Figura 3.44 – Eflorescências no revestimento de pintura

### **3.4.3.4 Propostas de Intervenção**

#### **Solução para Patologia P1 – Fissuras**

Sempre que estamos em presença de dois elementos com funções distintas, deve garantir-se a sua liberdade individual. Liberdade essa, que em edifícios já construídos passa pela introdução de juntas de retracção.

Embora este tipo de fissuras não apresente qualquer tipo de ameaça para a estrutura, a forma de evitar o aparecimento de novas fissuras, poderá passar pela aplicação de armadura resistente à tracção, recorrendo nomeadamente à fibra de vidro ou rede sintética, na zona do revestimento onde a fissura se encontra. Se por ventura, se

recorrer a uma malha de aço, convém que este esteja galvanizado, para evitar problemas de corrosão. Com a aplicação da referida armadura, haverá uma distribuição de esforços gerados pelo movimento da estrutura.

Assim, quando temos elementos construtivos com funções diferentes, unidos fisicamente com revestimento superficial comum, deve aproveitar a fissura que se abriu e marcar uma junta construtiva nessa zona, demolindo todo o material de revestimento contíguo à fissura, realizando para o efeito, um corte no revestimento com cerca de 10 cm de largura e 1 cm de profundidade, selando-a posteriormente com um mástique de poliuretano, enchendo o corte com uma argamassa de reparação. Assim, é permitido o movimento dos materiais e cria-se uma barreira contra a penetração de água.

### **Solução para Patologia P2 – Fissura na cornija**

Neste tipo de situações, em que existe uma descontinuidade (junta), utilizam-se malhas de reforço, constituídas por fibra de vidro ou rede sintética no seu interior, que possuem um recobrimento plástico resistente à alcalinidade dos cimentos e sais, o que as torna adequadas para formar um revestimento capaz de suportar tensões e movimentos de origem térmica de dilatações e contracções.

Por fim, devem-se revestir as zonas onde o reboco foi eliminado com uma argamassa com a mesma dosagem do reboco primitivo. O novo reboco deve ser pouco poroso (baixo coeficiente de absorção) para evitar que reapareça a lesão. Em caso extremo, pode aplicar-se um selante ou hidrófugo sobre o reboco, que reduza o seu coeficiente de absorção.

Haverá também que se corrigir a descontinuidade existente no sistema de recolha de águas pluviais (caleira). As caleiras deverão ser colocadas a uma distância superior ou igual a 5 cm, de forma a que haja uma separação suficiente do pano de alvenaria, evitado que a água se infiltre na fachada.

### **Solução para Patologia P3 – Eflorescências**

Quando estamos na presença deste tipo de patologia, deve-se, em primeiro lugar proceder à limpeza da fachada, de modo a que posteriormente se permita a sua restauração.

Os sistemas de limpeza não devem ser demasiado abrasivos dado que podem causar deteriorações subsequentes, nem excessivamente brandos por não proporcionarem uma limpeza completa.

Assim, quando estamos perante rebocos de cimento, como é o caso, recorre-se a uma limpeza com água fria ou quente a baixa pressão, quando estamos perante fachadas pouco sujas ou a mesma técnica com a adição de detergentes neutros em situações de grande sujidade.

Existem vários sistemas de limpeza das eflorescências, dependendo do tipo de sal que cristalizou, da sua solubilidade e do material de revestimento onde cristalizou. Por outro lado, podem ter origens variadas e ser compostas por numerosos elementos. E ainda incorporar-se através dos materiais, provir da própria decomposição do material ou resultar de fontes externas [15].

Em paredes de alvenaria de tijolo, os sais que aparecem com mais frequência são dos devidos a sulfatos e a carbonatos de cálcio, magnésio, sódio e potássio. No entanto, a maioria das lesões são devidas à presença de sulfato de magnésio que pode cristalizar fora ou perto da superfície e mediante a sua solubilidade o sal pode ser transportado por acção da água da chuva para o interior da alvenaria, reduzindo a destruição dos materiais de revestimento, mas ocasionando maiores problemas no seu interior [15].

Dado que, este tipo de sais são solúveis em água e as operações de limpeza limitam-se à sua dissolução, é importante, após a aplicação da água, proceder a uma secagem artificial por sucção directa, no sentido de extrair desta, a água absorvida.

Com a lavagem da fachada, não se controla a absorção superficial, o que pode ser propício ao aparecimento de novas eflorescências e estabelecer-se um sistema cíclico de lesão-limpeza [15].

Quando estamos perante sais que não são solúveis directamente em água, tem que se recorrer a uma limpeza química com 10% de ácido clorídrico. No entanto, se houver um conhecimento concreto do tipo de sal presente no revestimento, determinar-se-á o tipo de solvente a utilizar, para o qual se utilizará o mesmo sistema de aplicação e secagem.

Posteriormente à limpeza da fachada deverá verificar-se o estado do suporte e executar-se o novo acabamento final.

### **3.4.4 Edifício Valparaíso**

O edifício Valparaíso, localiza-se numa zona urbana imediatamente a seguir ao centro antigo da cidade, voltado para a Av. Eng.º Luís Castro de Saraiva, próximo do edifício Rossio.

#### **3.4.4.1 Descrição do Edifício**

O edifício foi construído em 1985, possui quatro pisos, sendo o rés-do-chão destinado a espaços comerciais e os restantes pisos a habitação. Possui no seu interior uma praça rectangular envolvida pelo edifício, destinada a esplanadas, ponto de cruzamento de percursos e permanência de lazer, animada pela vida urbana.

O projecto desta construção, à semelhança do edifício Bristol, foi licenciado à luz do Decreto-Lei n.º 166/70 de 15 de Abril.

Este projecto é constituído por um projecto de arquitectura, onde, em termos de elementos, consta uma memória descritiva, plantas, cortes e alçados, um projecto de estabilidade, onde refere o sistema estrutural proposto, acompanhado de planta de fundações, vigas, lajes e pilares, um projecto de abastecimento de água e águas residuais e finalmente um projecto de instalações eléctricas.

O projecto de estabilidade aponta para uma estrutura modulada de 6X6 m<sup>2</sup> em betão armado. Esta modulação extensível a todo o edifício está aliada ao ritmo repetitivo da maior parte dos seus elementos construtivos.

Para a realização desta estrutura foi necessária a execução de juntas de dilatação, constituindo-se seis corpos. Para o bloco no seu todo foi concebida uma estrutura porticada, constituída por 6 pórticos devidamente travados por vigas contínuas.

De acordo com o projecto de arquitectura, as paredes exteriores são duplas, de tijolo vazado de 0.11m e 0.15 m, com caixa-de-ar de 4 cm.

A cobertura, de duas águas, é realizada em telhado assente sobre uma laje aligeirada pré-fabricada.

#### **3.4.4.2 Descrição das fachadas**

Após uma observação visual, pode constatar-se que as fachadas são revestidas exteriormente por reboco de argamassa de cimento, e pintadas à cor branca, com excepção da zona das varandas que têm um acabamento com pintura de cor azul. A

fachada principal encontra-se orientada a poente e é a que maior número de anomalias apresenta.



Figura 3.45 – Fachada Principal do Edifício Valparaíso

### 3.4.4.3 Registo e descrição das manifestações patológicas

Após uma análise detalhada ao edifício, foram detectadas algumas manifestações de patologia, que se indicam:

Quadro 3.5 – Patologias existentes no edifício Valparaíso

Revestimento por pintura	
P1	Destacamento
P2	Fissuras
P3	Fissuras nos cantos das janelas
P4	Manchas
P5	Descoloração

O presente edifício possui 24 anos, foi dos primeiros edifícios de habitação multifamiliar, com mais de 3 pisos, a ser construído em Valpaços e até à data não foi alvo de qualquer intervenção de manutenção.

#### Descrição da Patologia P1 – Destacamento

A presente patologia figura praticamente em todas as fachadas, sendo que, na orientada a Norte é onde possui maior expressão.

Os destacamentos caracterizam-se pela perda de aderência do revestimento ao suporte, que pode ser motivada pela presença de humidade.

De referir que, em todo o paramento existirem fissuras, nomeadamente a nível dos vãos, que facilitam o acesso de humidades à base e o conseqüente destacamento da película de pintura.

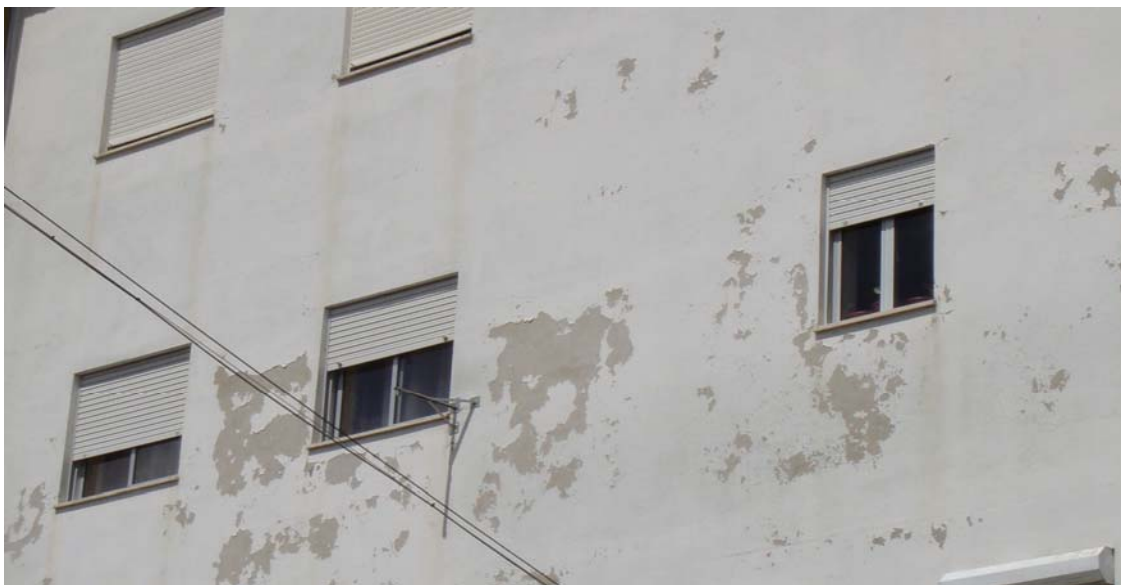


Figura 3.46 – Destacamento da pintura

### **Descrição da Patologia P2 – Fissuras**

A figura 3.47 exhibe uma fissura horizontal com profundidade considerável na transição entre a laje e o pano de alvenaria. O seu aparecimento foi possivelmente motivado pela diferença de comportamentos entre os dois elementos.



Figura 3.47 – Fissura ao nível da varanda



Na transição de dois elementos construtivos diferentes, com comportamentos mecânicos distintos, apesar de possuírem um revestimento superficial comum, é necessário que estas uniões fiquem bem resolvidas, caso contrário, é muito provável o aparecimento de fissuras.

### **Descrição da Patologia P3 – Fissuras nos cantos das janelas**



Figura 3.48 – Fissuras ao nível dos vãos

Denota-se a existência de fissuras ao nível dos vãos das janelas, quer com desenvolvimento horizontal entre os vãos, quer com desenvolvimento na diagonal com início no canto dos peitoris, de largura superior a 1mm.

As fissuras surgem devido a fenómenos de retracção da alvenaria, devido à concentração de tensões nos vértices dos vãos, geradas pela variação de temperatura, em função da acção de forças isostáticas que são mais elevadas nos cantos das janelas.

### **Descrição da Patologia P4 – Manchas**



Figura 3.49 – Manchas sob os peitoris

As manchas presentes na fachada, localizam-se ao nível dos peitoris, que por serem superfícies horizontais salientes da fachada são propícios à acumulação de sujidades, que, pela acção da água, nomeadamente, a proveniente das chuvas, escorrem sobre a fachada, formando manchas escuras, vulgarmente designadas por “bigodes”.

A configuração do peitoril, nomeadamente a inexistência de uma inclinação para o exterior e a ausência de pingadeira agravam o aparecimento de “bigodes” na fachada [29].

A exposição prolongada, sem qualquer operação de limpeza, fará com que a sujidade penetre no interior do revestimento, dando origem a uma película de difícil limpeza.

### **Descrição da Patologia P5 – Descoloração**



Figura 3.50 – Descoloração da pintura

Como ilustrado na figura 3.50, assiste-se a uma perda da matéria corante do produto de pintura. Tal facto, deve-se, ao envelhecimento natural do revestimento e à acção contínua dos agentes climáticos.

De salientar que o presente edifício possui 24 anos e não foi alvo de qualquer operação de manutenção até à data.

#### **3.4.4.4 Propostas de Intervenção**

##### **Solução para Patologia P1 – Destacamento**

A resolução da presente patologia, tendo em conta a sua presença em grande parte da fachada, passa necessariamente pela remoção de todo o revestimento de pintura envelhecido.

Após essa remoção, terá que se analisar, se o suporte não se encontra danificado e se está apto e estável para receber o novo acabamento. Caso contrário, se nomeadamente existirem fissuras no suporte, deverão ser previamente tratadas.

É conveniente, antes da aplicação de um novo produto de pintura, averiguar a sua compatibilidade com as condições de exposição e com a natureza do suporte existente, é de todo importante, a aplicação de um primário promotor de aderência sobre o suporte.

##### **Solução para Patologia P2 e P3 – Fissuras**

Quando estamos na presença de fissuras, deverá realizar-se a sua impermeabilização pelo exterior, de maneira, a impedir a penetração de água proveniente da precipitação, para o interior da parede, conduzindo ao aparecimento de outras patologias na fachada.

Na reparação de fissuras maiores que 1 mm, como é o caso, deve-se em primeiro lugar efectuar um rasgo em forma de V ao longo do seu desenvolvimento, tratando-as como juntas. Nesse sentido, limpa-se o interior da fissura, removendo todos os resíduos e sela-se com massas acrílicas de dispersão, dadas as suas propriedades elásticas. Com esta reparação restabelece-se a estanquidade do suporte.

Se porventura, esta operação não for suficiente, aplica-se um reboco armado, ou seja, aplica-se uma primeira camada de argamassa, coloca-se uma malha de fibra de vidro ou uma rede sintética, uma nova camada de argamassa e finaliza-se com o acabamento final de pintura.

No caso das fissuras ao nível dos vãos, por serem pontos sensíveis, deverão ser ainda reforçados os seus cantos com faixas de armadura com 0,30X0,30 m<sup>2</sup>.

### **Solução para Patologia P4 – Manchas**

Na remoção de manchas que resultam de sujidades provenientes da acção do meio ambiente, como é o caso, terá que se proceder à lavagem com água, do paramento exterior. No entanto, é aconselhável uma raspagem prévia, de forma a eliminar as sujidades mais significativas.

Com o intuito de evitar o aparecimento de sujidades nas fachadas, devido ao arrastamento das poeiras pela água através dos paramentos horizontais, deverá controlar-se a velocidade com que a água os poderá alcançar, mediante a utilização de superfícies lisas proporcionando sobre estes uma certa inclinação.

Seria ainda aceitável a aplicação de um rufo em zinco sobre o peitoril de granito.

### **Solução para Patologia P5 – Descoloração**

A solução para a reparação desta patologia, que se deve ao envelhecimento natural do material de revestimento, passa pela sua eliminação, efectuando-se uma decapagem integral do produto de pintura existente. Os métodos de decapagem a utilizar, foram já abordados no capítulo 2..

Após decapagem deverá assegurar-se que o suporte se encontra limpo, isento de decapantes e poeiras, deverá certificar-se da sua aderência para receber o novo produto de pintura.

#### **3.4.5 Edifício Solar da Ribeira**

O edifício multifamiliar Solar da Ribeira, localiza-se junto à ribeira da Levandeira, em Valpaços.

##### **3.4.5.1 Descrição do Edifício**

O edifício foi construído 2001, possui três pisos com função habitacional e o rés-do-chão destinado a espaços comerciais. Desenvolve-se em forma de U, aberto a sul com a criação de uma praça que funciona como receptáculo de apoio aos espaços comerciais e espaços de lazer e convívio, delimitada pelas fachadas envolventes.

O presente projecto é o mais recente dos edifícios estudados, e foi instruído com base no Decreto-lei n.º 555/99 de 16 de Dezembro.

Aquando da sua elaboração ainda não tinha sido publicada a Portaria n.º 1110/2001 de 19 de Setembro, que no seu artigo 11º indica quais os elementos que um projecto de uma obra de edificação deve conter. Trata-se, de uma Portaria mais exigente em

termos de requisitos de projecto, introduzindo a obrigatoriedade de apresentação, para além do estudo do comportamento térmico, já exigido anteriormente noutros termos, o projecto de segurança contra incêndios e o projecto acústico.

Embora este projecto não se tenha regido pela referida portaria, é, de entre os edifícios estudados, o que se apresenta mais completo. O projecto de arquitectura, oferece uma memória descritiva mais desenvolvida, justificando a intervenção proposta e manifestando preocupações com a inserção urbana e paisagística do edifício, plantas, alçados, cortes longitudinais e transversais. É constituído ainda pelo projecto de estabilidade, projecto de redes prediais de água e esgotos, projecto de águas pluviais, projecto de instalações telefónicas, projecto de isolamento térmico e projecto acústico.

Embora a lei vigente ainda não o exigia, é também apresentado o projecto de águas pluviais e projecto acústico.

O projecto de estabilidade propõe uma estrutura porticada em betão armado, constituída por pilares e vigas onde apoiam as lajes de piso. As lajes são constituídas por vigotas de betão pré-esforçado e blocos de betão, recobertos por uma camada de betão de compressão e uma armadura de distribuição em malhasol. O edifício detém uma junta de dilatação no eixo de simetria, permitindo a sua subdivisão em dois sectores.

As paredes exteriores duplas, de tijolo vazado de 0.11m e 0.15 m, com caixa-de-ar de 4 cm e placas de poliestireno extrudido de 3 cm, segundo consta na memória descritiva do projecto de arquitectura.

A cobertura é plana, constituída por laje aligeirada horizontal de blocos cerâmicos, isolamento térmico, barreira anti-vapor, telas de impermeabilização e godo no acabamento da superfície.

Embora o presente projecto seja mais recente e também mais completo que os anteriores, continua ainda omissa, no que se refere à prescrição de soluções para o revestimento das fachadas, não descrevendo com pormenor as propriedades a exigir aos materiais, nem prevê o seu desempenho, tendo em conta o ambiente em que se insere, cingindo-se apenas, a apontar o tipo de revestimento a aplicar.

#### **3.4.5.2 Descrição das fachadas**

O projecto de arquitectura, apenas refere que as fachadas são revestidas exteriormente por reboco de argamassa de cimento e revestimento cerâmico imitando

o tijolo maciço em tons terra cota, sendo ao nível das varandas pintadas à cor amarela. A fachada principal encontra-se orientada a norte.



Figura 3.51 – Fachada principal do Edifício Solar da Ribeira

### 3.4.5.3 Registo e descrição das manifestações patológicas

Após uma análise visual do exterior do edifício, foram detectadas as seguintes manifestações de patologia:

Quadro 3.6 – Patologias existentes edifício Solar da Ribeira

Revestimento cerâmico	
P1	Eflorescências

O presente edifício é relativamente recente, possui 8 anos e até à data não foi alvo de qualquer intervenção de manutenção.

### Descrição da Patologia P1 – Eflorescências



Figura 3.52 – Eflorescências no cerâmico

Estes depósitos surgem quando os sais solúveis presentes nas placas de cerâmicas, nos componentes da alvenaria, nas argamassas de fixação ou de rejuntamento, são transportados pela água utilizada na construção ou vinda de infiltrações, através dos poros dos componentes de revestimento. Estes sais em contacto com o ar solidificam, causando depósitos. Em algumas situações (ambientes constantemente molhados) e com alguns tipos de sais (de difícil secagem), estes depósitos apresentam-se como uma exsudação na superfície. [27]

Conforme se observa na figura 3.52, existem, ao longo da fachada, depósitos cristalinos de cor esbranquiçada na superfície do revestimento cerâmico. Talvez, a causa mais provável para a sua ocorrência, seja motivada pela presença de sais solúveis nas argamassas das juntas de assentamento, que são transportados até à superfície, que em contacto com o ar exterior, solidificam, formando os referidos depósitos. Normalmente, os sais depositados são o carbonato de cálcio, no entanto, poderá comprovar-se, se os mesmos forem analisados por difracção de raios X.

Desse modo, a penetração da água nas juntas, conduz à lixiviação do hidróxido de cálcio, proveniente da hidratação do cimento, que, com reacção do dióxido de carbono da atmosfera, origina carbonato de cálcio sob a forma de calcite, à superfície.

### **3.4.5.3 Propostas de Intervenção**

#### **Solução para Patologia P1 – Eflorescências**

O sucesso na remoção das eflorescências, depende das características do revestimento e da solubilidade dos sais nele depositados.

A sua remoção, pode efectuar-se com o recurso à lavagem da superfície do revestimento, eliminando-se os depósitos. No entanto, se as condições se mantiverem o seu reaparecimento com o passar do tempo pode voltar a verificar-se.

Dado que, pela sua aparência, os sais têm um aspecto pulverulento, recomenda-se previamente uma escovagem com auxílio a escovas brandas, por forma a eliminar os sais soltos.

Se este procedimento não resultar satisfatório, deverá recorrer-se à lavagem da sua superfície com uma solução de ácido clorídrico. No entanto, com os procedimentos de limpeza a eliminação das eflorescências não é duradoira, para o ser, teriam que ser eliminados todos os focos de possíveis infiltrações, que, pelo seu aspecto, parecem provir das juntas de assentamento do material cerâmico.

No entanto, este tratamento não irá evitar o aparecimento de posteriores eflorescências, pelo que, para sanar de forma mais duradoira esta patologia é conveniente que se eliminem todos os focos de possíveis infiltrações.

Para tal é necessário que se remova o revestimento danificado e se corrijam as infiltrações de água, que podem ter origem de uma má vedação da cápea de granito existente ou através do revestimento que se encontra pontualmente deslocado.

Antes da colocação do novo revestimento deve-se garantir que o suporte se encontra devidamente seco.

### **3.4.6 Conclusões dos casos analisados**

Após observação do edificado alvo do presente estudo, conclui-se que, dos 64 edifícios existentes, 41% são revestidos exteriormente por pintura, seguindo-se os edifícios que possuem na sua fachada uma conjugação entre o revestimento de pintura e o cerâmico, com um peso de 28%, e só depois, se encontram os edifícios que são integralmente revestidos por cerâmico, representando 25%.

Da análise efectuada às manifestações de patologia presentes, verificou-se que estas se repetem consoante o tipo de revestimento exterior que ostentam. Assim, quando estamos perante revestimentos por pintura, a anomalia mais representativa são as manchas, sobretudo ao nível dos peitoris, devido à acumulação de partículas nas superfícies horizontais, transportadas pela água para a fachada. Seguem-se as fissuras, quer a nível dos vãos, quer dos pisos. As primeiras, devem-se na sua maioria, a deformações higrotérmicas da alvenaria e as segundas, ocorrem devido ao não tratamento adequado da transição entre elementos com comportamentos mecânicos distintos (laje e pano de alvenaria).

No revestimento cerâmico as anomalias mais expressivas são o descolamento, normalmente devido a deformações no suporte não compensadas pelas juntas e as eflorescências, que se devem à deposição de sais à superfície.

Existem edifícios que pertencem a épocas de construção distintas e onde a repetição das manifestações de patologia ao longo das fachadas é evidente. Isto releva, que ao longo dos anos, houve sempre pouca preocupação, sobretudo por parte de quem projecta, mas também de quem executa, em propor soluções, no sentido de minorar a conhecida degradação das fachadas.



Dos cinco edifícios estudados, denotou-se que todos eles são débeis em conteúdos, a nível dos projectos, no que se refere às prescrições relativas à envolvente exterior, nomeadamente ao nível da escolha dos materiais de revestimento.

Nesse sentido, a forma de minorar o seu aparecimento em construções futuras, passa necessariamente por um maior investimento na fase de projecto, em particular na compatibilização de materiais e de sub-sistemas construtivos, com especial atenção para os pontos singulares da fachada.

Em todos os projectos analisados, assiste-se a uma incompleta pormenorização, com utilização excessiva de desenhos tipo, provavelmente não moldados à obra em causa, deixando-se, como é prática usual, a verdadeira pormenorização para a fase de execução. Esta prática tem-se manifestado no deficiente desempenho da maioria das fachadas dos edifícios.

Verificou-se ainda, que na maioria dos projectos, é omissa qualquer descrição das soluções propostas e das opções construtivas consideradas e em nenhum se faz referência às características técnicas e funcionais dos materiais, como especificações, testes e técnicas de execução a exigir, remetendo para as habituais recomendações de “materiais de qualidade reconhecida” e para a “experiência da mão-de-obra”.

Face ao exposto, é necessário que os projectos sejam, cada vez mais, um documento de qualidade, que aborde aspectos técnicos essenciais, ao nível dos materiais e das soluções construtivas (modelos de degradação, durabilidade, vida útil, etc.), tendo em conta, como é óbvio, os aspectos económicos (custos globais das soluções) e funcionais (adequada utilização e manutenção). Só dessa forma poderemos ter construções com qualidade e com o desempenho esperado.

## **4 RECOMENDAÇÕES A ADOPTAR EM PROJECTOS DE REABILITAÇÃO DE FACHADAS E NA SUA EXECUÇÃO**

### **4.1 Introdução**

A resolução definitiva de determinada patologia revela-se, muitas vezes, impossível de levar a cabo e outras tem associado um custo elevado de reparação. As causas para o aparecimento de manifestações de patologia são sobretudo a má concepção, a deficiente execução e o normal envelhecimento dos materiais e seus componentes.

A má concepção está relacionada principalmente com deficiências a nível dos projectos, nomeadamente a omissão ou falta de detalhe e pormenores construtivos que leva a que em obra os pormenores sejam realizados sem cuidado e de forma inadequada para o fim em vista. Uma inadequada escolha dos sistemas construtivos usando soluções de projectos anteriores sem o cuidado de adaptar as soluções à situação em causa, onde a maioria dos projectos não estruturais são parcos no que se refere à justificação da solução construtiva adoptada, ausência de caderno de encargos (especificações técnicas) do modo de execução dos trabalhos e ainda por existirem, por vezes, erros grosseiros de projecto e uma fiscalização pouco atenta.

Mas, lamentavelmente, ainda não está incutida, sobretudo ao nível dos subscritores dos projectos, a importância que representa a envolvente exterior, no desempenho de um edifício ao longo da sua vida útil. Usualmente os projectos são parcos no que se refere à prescrição de soluções para os revestimentos de fachada, não descrevendo com pormenor as propriedades a exigir aos materiais, tendo em conta o ambiente onde o edifício se insere, cingindo-se tão só a apontar o tipo de revestimento a aplicar.

Por outro lado, as deficiências ao nível da execução estão relacionadas com a falta de mão-de-obra qualificada que executa inconvenientemente o estipulado em projecto, utilização de novos materiais sem o conhecimento e domínio das técnicas de aplicação do mesmo, empreiteiros pouco conscientes que não cumprem o constante em projecto, a existência de prazos reduzidos para a construção do edifício e uma fiscalização ausente, e por vezes, pouco experiente, que não obriga ao exacto e pontual cumprimento do estabelecido em projecto, caderno de encargos e contrato.

O uso de materiais de baixa qualidade também contribui para o aparecimento precoce da patologia. No mercado existem materiais não certificados, que sendo os mais baratos são, frequentemente, a escolha de donos de obra pouco exigentes onde o aspecto económico prevalece ao da qualidade.

Tendo como presente, minimizar o aparecimento de anomalias em edifícios recentes, é de todo o interesse a elaboração das presentes recomendações para a envolvente exterior dos edifícios que deverão ser adoptadas aquando da elaboração dos projectos e na sua execução. Recomendações essas que abarcam medidas orientadas com o intuito de prevenir e eliminar causas indirectas que têm origem no processo construtivo e na fase de projecto.

Nesse sentido, serão abordado um conjunto de procedimentos a ter em conta na execução de rebocos tradicionais e na posterior colocação de revestimentos cerâmicos e de pintura.

#### **4.2 Rebocos Tradicionais**

Os rebocos tradicionais são argamassas constituídas por ligantes minerais (cimento, cal hidráulica e cal aérea apagada), areia, água e casualmente por adjuvantes, preparados em obra e compostos por três camadas – crespido, camada base e camada de acabamento.

O crespido, tem como objectivo assegurar a aderência do revestimento ao suporte e reduzir a sua tendência para absorver água das argamassas de revestimento, satisfazendo as necessidades de sucção do suporte sem prejudicar as reacções de hidratação do cimento por carência de água. Assim, esta camada deverá ser realizada com uma argamassa fortemente doseada em cimento e bastante diluída [28].

A camada de base tem como propósito garantir a planeza, a verticalidade e a regularidade superficial dos paramentos exteriores. Deverá ainda ser homogénea e compacta de forma a contribuir para a impermeabilização das paredes. A sua estrutura final terá que ser rugosa para proporcionar boa aderência da camada seguinte [28].

A camada de acabamento tem sobretudo funções estéticas podendo, no entanto contribuir para a impermeabilização da parede e para a sua resistência aos choques. Os acabamentos muito lisos são mais susceptíveis ao desenvolvimento de fendilhação superficial, quando comparados com os acabamentos do tipo rugoso. Para que não apresente fendilhação, esta camada deverá possuir baixo teor de ligante [28].

##### **4.2.1 Exigências funcionais**

Os rebocos tradicionais devem satisfazer a determinadas exigências funcionais, nomeadamente em termos de planeza, verticalidade, aderência ao suporte,

compatibilidade quer geométrica, quer mecânica, resistência à fendilhação, entre outras, como se explana no quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Exigências funcionais dos rebocos tradicionais [24]

<b>Exigências Funcionais dos rebocos tradicionais</b>	
Planeza	Ausência de ondulações gerais ou localizadas.
Verticalidade	Apresentarem-se verticais. É expressa pelo desvio do paramento em relação á vertical. Desvios admissíveis 10mm por cada 3m.
Aspecto	Ausência de defeitos e irregularidades Textura regular e uniforme. No caso de fendas a sua largura não deve exceder 0,2mm.
Trabalhabilidade	A introdução de plastificantes permite aumentar a trabalhabilidade sem aumentar o teor de cimento e água, que originam fendilhação por retracção. Avaliada por ensaios de consistência.
Aderência ao suporte	Condicionada pela natureza e estado de conservação e limpeza do suporte e pelas condições atmosféricas durante a sua aplicação. A aderência aumenta com a rugosidade do suporte. Detecção de zonas não aderentes batendo com um cabo de martelo (soam a oco) e ensaio de arrancamento por tracção, onde a tensão de arrancamento não deve ser inferior a 0,3 MPa.
Permeabilidade à água	Depende da porosidade do revestimento e do grau de sucção do suporte. Deve reter a água das chuvas de modo uniforme em todo o paramento e restituí-la à atmosfera por evaporação.
Permeabilidade ao vapor de água	O revestimento deve ser permeável ao vapor de água para que seja permitida a libertação para o exterior do vapor de água, quando as condições atmosféricas forem favoráveis à secagem.
Compatibilidade com o suporte	Compatibilidade geométrica devendo o suporte apresentar planeza e regularidade superficial. Compatibilidade mecânica para não ocorrer degradação do suporte provocada por tensões internas do revestimento.
Resistência à fendilhação	Existência de fendas põe em causa a estanquidade da parede e afecta desfavoravelmente o aspecto do revestimento. O seu aparecimento deve-se ao revestimento não ter resistido às tensões nele instaladas.

#### 4.2.2 Aplicação do reboco

Após o suporte ter sofrido a maioria da sua retracção, cerca de 28 dias após a sua execução, poderá aplicar-se o reboco.

Na aplicação das diferentes camadas que compõem o reboco, deve respeitar-se a regra da degressividade do teor em ligante desde o crespido à camada de

acabamento, sendo que a aplicação de uma determinada camada só se deve executar quando a camada precedente tiver desenvolvido a parte mais significativa da sua retracção. É ainda de crucial importância manter o revestimento humedecido e protegido da incidência de raios solares ou de ventos secos durante os primeiros três dias e protegê-lo da chuva durante os primeiros dois dias [28].

Quanto se está perante zonas de transição de elementos de materiais diferentes (paredes de alvenaria e elementos de betão – pilares e vigas) deve atender-se a determinados pormenores aquando da execução do reboco.

Assim, recomenda-se a seguinte sequência de operações [28]:

- aplicação ao longo das junções de uma tira de papel de construção que cubra a junta e transborde alguns centímetros para ambos os lados, de modo a impedir que o reboco, nessa zona, adira ao suporte.
- sobrepor uma tira de armadura com largura superior à da tira de papel, transbordando para cada lado da junta aproximadamente 15cm.
- fixação da armadura ao suporte por pregagem ou aparafusamento.
- aplicação do revestimento sobre a armadura, nas três camadas – crespido, camada de base e camada de acabamento, com espessura total não inferior a 15 mm.

#### **4.2.3 Condições de aplicação**

As condições de aplicação são um factor crucial para que haja uma boa aderência e uma boa permeabilidade do revestimento a executar, pelo que se devem evitar condições meteorológicas desfavoráveis, ou seja, a existência de pluviosidade e temperaturas ambiente muito elevadas (superiores a 30°C) ou baixas (inferiores a 5°C).

#### **4.2.4 Composição das argamassas consoante o tipo de suporte**

As argamassas que compõem o reboco são obtidas por amassadura no local da obra com recurso a misturadora. Deverão ser utilizadas no máximo até 3 horas após a adição do ligante.

Consoante o tipo de suporte presente, haverá diferentes esquemas de revestimento que poderão ser executados, dependendo do tipo de acabamento pretendido e das condições de exposição no local. No quadro 4.2, estão, assim, representados os

diferentes tipos de traços de argamassa, a utilizar para as várias camadas que compõem o reboco tradicional.

Quadro 4.2 – Esquemas de revestimento adequados a suportes específicos [excerto 28]

Material de suporte	Tipo de acabamento	Condições de exposição	Crespido	Camada base		Camada de acabamento
				1ª	2ª	
Betão	Liso atalochado	S	1:1,5 a 2	1:3 a 4	-	1:5 a 6
		M				
		F				
	Rugoso de textura fina	S	1:1,5 a 2	1:3 a 4	-	1:5 a 6
		M				
		F				
Alvenaria de Tijolo	Liso atalochado	S	-	1:3 a 4	1:5 a 6	1:5 a 6
		M		1:5 a 6	-	1:5 a 6
		F		1:5 a 6	1:5 a 6	1:5 a 6
	Rugoso de textura fina	S	-	1:5 a 6	1:5 a 6	1:5 a 6
		M		1:5 a 6	-	1:7 a 8
		F		1:5 a 6	-	1:7 a 8

Condições de Exposição: S - severas; M – moderadas; F – favoráveis. Traço volumétrico cimento:areia húmida

#### 4.2.5 Preparação do suporte

##### 4.2.5.1 Suporte de betão

No sentido de se garantir uma boa aderência ao suporte, o paramento a revestir deverá possuir rugosidade necessária, recorrendo-se para isso a diversos processos, nomeadamente a aplicação sobre o paramento de betão de um crespido de argamassa fluida de cimento e areia grosseira, ou de um primário à base de resina sintética ou ainda a aplicação de uma armadura metálica. Depois de endurecido, poderá também recorrer-se à picagem até atingir uma profundidade aproximada de 3 mm.

Poderá ainda obter-se rugosidade durante a moldagem introduzindo rede metálica ou traços de corda na cofragem em contacto com a face do betão a revestir.

##### 4.2.5.2 Suporte de alvenaria de tijolo

De forma a assegurar boas condições de aderência, aquando da elevação das paredes de alvenaria de tijolo, deverá deixar-se reentrâncias de aproximadamente 10

mm relativamente à face do tijolo, nas juntas de assentamento. Posteriormente deverá proceder-se à escovagem de todo o paramento exterior a seco com recurso a uma escova metálica para eliminação de materiais friáveis e de eventuais eflorescências, seguida de humedecimento de todo o suporte [28].

#### **4.2.5.3 Suporte de alvenaria antiga**

Se o suporte apresentar boas condições deverá proceder-se de forma idêntica ao das alvenarias novas, ou seja, à eliminação de irregularidades superficiais, raspagem das juntas de assentamento até à profundidade de 10 mm, escovagem a seco com escova metálica para eliminação de material friável e humedecimento geral de todo o paramento.

Se porventura a alvenaria se encontrar deteriorada, evidenciando sinais de desagregação ou resistências baixas que não suportem a aplicação de um revestimento é recomendável a aplicação de armadura metálica no paramento, antes de se proceder à execução do revestimento, no entanto, haverá que ter o cuidado de não colocar os pontos de fixação da armadura em partes do suporte que não se encontrem sólidas [28].

Se por outro lado, a alvenaria tiver sido tratada com um hidrófugo, deverá proceder-se à picagem de todo o paramento de forma a recuperar as condições necessárias a uma boa aderência, seguida de escovagem e humedecimento geral do paramento ou fixação de armadura metálica em todo o paramento previamente escoado a seco com escovas metálicas [28].

### **4.3 Revestimentos Cerâmicos**

Os revestimentos cerâmicos a colocar em fachadas, estão sujeitos a determinado tipo de exigências, nomeadamente resistências mecânicas elevadas e baixa absorção de água, pelo que, para que estes revestimentos possuam desempenho adequado é necessário assegurar a sua perfeita aderência ao suporte.

A fixação do revestimento cerâmico na fachada, pode ser efectuada mecanicamente por aparafusamento ou pregagem, ou ser obtida por colagem através de argamassas tradicionais de ligantes minerais ou por intermédio de produtos não tradicionais de colagem.

A colagem de revestimentos cerâmicos é uma boa solução estética e técnica. No entanto, para que os mesmos sejam duradouros é necessário conseguir uma boa

aderência, utilizando, para o efeito uma cola de ligantes mistos à base de cimento e resinas.

Aliás, para placas com dimensões até 20 x 20 cm é aconselhável o uso de argamassa (colagem). No entanto, placas com dimensões superiores a 20 x 20 cm devem ser fixas com sistemas de fixação mecânica. Esta advertência prende-se com o facto de as peças cerâmicas de grande formato poderem apresentar curvaturas próprias do fabrico, diminuindo a superfície de contacto com a cola, dificultando assim a sua aderência.

Antes da aplicação de revestimentos cerâmicos colados deverá averiguar-se se o tipo de revestimento escolhido é compatível com o suporte. Compatibilidade essa, que se deve verificar sob o ponto de vista mecânico, geométrico e químico.

#### 4.3.1 Ensaios

Quadro 4.3 - Normas de ensaio da serie EN ISO 10545

Característica	Propriedade	Norma de ensaio
Dimensões e qualidade superficial	Comprimento e largura	ISO 10545-2
	Espessura	
	Rectilinearidade das arestas	
	Determinação da ortogonalidade	
	Planaridade (curvatura e empeno)	
	Qualidade superficial	
Propriedades físicas	Absorção de água, E (%)	ISO 10545-3
	Resistência a flexão	ISO 10545-4
	Módulo de rotura	ISO 10545-4
	Resistência ao impacto	ISO 10545-5
	Resistência a abrasão profunda	ISO 10545-6
	Resistência a abrasão superficial	ISO 10545-7
	Dilatação térmica linear	ISO 10545-8
	Resistência ao choque térmico	ISO 10545-9
	Expansão por humidade	ISO 10545-10
	Resistência a fendilhagem	ISO 10545-11
	Resistência ao gelo	ISO 10545-12
	Propriedades químicas	Resistência química
Resistência às manchas		ISO 10545-14
Libertação de chumbo e cádmio		ISO 10545-15



Consoante a sua utilização, existem características específicas que deverão ser conhecidas nos revestimentos cerâmicos a aplicar, para que apresentem um bom desempenho durante a sua vida útil.

Nesse sentido, existem um conjunto de normas para a determinação das características dimensionais e das propriedades físicas e químicas dos ladrilhos cerâmicos, que interessa conhecer e que se encontram enumeradas no quadro 4.3.

#### **4.3.2 Condições de aplicação**

As condições de aplicação são um factor crucial para que haja uma boa aderência entre o revestimento e o suporte, pelo que se deve evitar a aplicação dos mesmos em presença de chuva, sol intenso e vento forte. A temperatura de aplicação deve estar compreendida entre 5°C e 30°C.

#### **4.3.3 Argamassa de assentamento**

Aquando do assentamento das placas de revestimento a escolha da argamassa é fundamental, bem como a sua correcta aplicação. Dependendo do tipo de acabamento do tardo da placa de revestimento (liso ou rugoso), assim, se deverá escolher a argamassa de assentamento (adesiva à base de cimento ou convencional).

O material de assentamento pode ser preparado por processos manuais ou através de um misturador mecânico, sendo que para o efeito é necessária a adição de água potável (conforme indicações do fabricante, no caso de argamassas industrializadas).

Como já referido anteriormente, na camada de colagem podem utilizar-se argamassas tradicionais ou colas não tradicionais de assentamento. As tradicionais são constituídas por um ligante (cimento, cal apagada ou cal hidráulica) e areia e eventualmente por adjuvantes.

As colas não tradicionais podem ser de diferentes tipos [32]:

1. Colas de endurecimento hidráulico: Produtos em pó doseados em fábrica constituídos por cimento, cargas siliciosas ou calcárias e adjuvantes (nomeadamente um redutor de água), prontos a amassar com água em obra. Podem aplicar-se por colagem simples (espalhada apenas no suporte) ou dupla (espalhada no suporte e no tardo do ladrilho).
2. Colas de endurecimento hidráulico contendo ligante orgânico:
  - a) Argamassas-colas amassadas em obra com uma resina

- b) Argamassas-colas de ligantes mistos: Produtos em pó doseados em fábrica, constituídos por cimento, cargas siliciosas ou calcárias, resina em pó e adjuvantes, prontos a amassar com água em obra.
  - c) Colas de dois componentes, com cimento: Colas obtidas pela amassadura em obra (sem junção de água) de dois produtos doseados em fábrica: um produto em pó contendo cimento e um produto em pasta cujo constituinte principal é uma dispersão aquosa de resina.
3. Colas de dispersão aquosa de resinas (colas sem cimento): produtos em pasta doseados em fábrica, constituídos por uma dispersão aquosa de resina, cargas e adjuvantes.
  4. Cimentos-cola de caseína: Produtos em pó doseados em fábrica, constituídos por cimento, cargas siliciosas ou calcárias e adjuvantes, nomeadamente caseína (como redutor de água), prontos a amassar com água em obra.

A quantidade de produto de colagem a ser preparada deve ser suficiente para um período de trabalho no máximo de 2 a 3 horas, levando-se em consideração a habilidade do assentador e as condições climáticas. Após a mistura, a argamassa deve ficar em repouso pelo período de tempo indicado na embalagem para que ocorram as reacções dos aditivos, sendo a seguir reamassada. Para aumentar o ritmo de colagem é frequente o trabalho em equipa de dois ladrilhadores: um deles aplica a cola no suporte o outro aplica os ladrilhos. No caso da preparação manual, utilizar um recipiente plástico ou metálico limpo, para fazer a mistura. Durante a aplicação do revestimento nunca se deve adicionar água à argamassa já preparada. [5]

No entanto, em fachadas é aconselhável o uso de colas de ligantes mistos (à base de cimento e resinas) de forma a garantir flexibilidade e resistência a temperaturas elevadas. As colas de ligantes mistos, comumente designados por cimento-cola, são compostos constituídos por cimento, resinas sintéticas e aditivos orgânicos e inorgânicos. Podem ter uma coloração branca ou cinza, dependendo da cor do cimento. Os cimentos-cola podem aparecer no mercado em sacos onde a mistura de cimento e resina já vem efectuada em pó, onde é apenas necessário amassar com água até obter uma mistura homogénea, ou podem aparecer os dois componentes em separado (saco de pó e balde de resina) que devem ser misturados em conjunto sem qualquer outra adição. Após amassada a mistura, esta apresenta uma durabilidade média de 3 horas.

O processo de preparação das colas não tradicionais depende da sua composição. Assim, a algumas adiciona-se água de um modo idêntico ao de uma argamassa

corrente, e em outras, as bi-componentes, não há necessidade de adição de água, pois misturam-se entre si. É aconselhável ter em atenção as prescrições do fabricante, no que se refere ao modo de preparação.

No quadro 4.4 estão identificadas as classes de cimento cola recomendados para o assentamento de ladrilhos cerâmicos em fachadas, que dependem da área da peça cerâmica a ser assente.

Quadro 4.4 – Classes de cimentos-cola recomendados para o assentamento de ladrilhos em fachadas. [33]

Revestimento		Altura da Fachada	
Natureza	Área	h=6m	6m < h < 28m
Mosaico em pasta de vidro ou porcelâmico	S=50		
Plaquetas murais em terracota	S=231	C2 Ou	C2S
Azulejos em terracota	S=300 (15x15)	C2S	
Ladrilhos extrudidos ou prensados, excepto os plenamente vitrificados	S=200 (40x40) 2000<S=3600 (60x60)	C2S	-
Ladrilhos plenamente vitrificados	S=2000 (40x40)		C2S

Quanto ao modo de colagem dos ladrilhos cerâmicos, podem utilizar-se dois métodos: o método de colagem simples e o método de colagem dupla. Na colagem simples, aplica-se argamassa apenas no suporte, devendo, no entanto, a peça cerâmica estar limpa e seca antes do assentamento. Na colagem dupla, o espalhamento é feito, quer no suporte, quer no tardo das peças cerâmicas.

A argamassa deve ser espalhada com o lado liso da talocha, comprimindo-a contra a parede num ângulo de 45°, formando uma camada uniforme. A seguir, deve-se utilizar o lado denteado da talocha sobre a camada de argamassa, para formar cordões que facilitarão o nivelamento e a fixação das placas cerâmicas. [34]

Dependendo da dimensão dos ladrilhos cerâmicos, assim diferem as alturas mínimas a exigir aos dentes da talocha, de forma a se garantir um maior contacto entre o material de assentamento e o ladrilho, conforme consta no quadro 4.5.

Quadro 4.5 – Alturas mínimas dos dentes da talocha a utilizar no assentamento de ladrilhos de grande formato [25]

<b>Dimensão dos ladrilhos</b>	<b>Altura mínima dos dentes da talocha</b>
(20x20) cm	8 mm
(25x25) cm	10 mm (e assentamento com colagem dupla)
(30x30) cm	12 mm (e assentamento com colagem dupla)
(40x40) cm ou superior	≥ 12 mm (e assentamento com colagem dupla)

#### 4.3.4 O suporte

Antes do assentamento do revestimento deve verificar-se se o suporte se encontra plano, limpo, isento de partículas pulverulentas ou gordurosas, que possam afectar a aderência e a durabilidade do revestimento.

Quadro 4.6 – Requisitos do suporte

<b>Planimetria</b>	A planimetria é verificada com uma régua de 2 metros. Para permitir uma colagem directa, os defeitos não devem ser superiores a 5 mm. Se há defeitos em menos de 20% da superfície total, consideram-se localizados, se excederem os 20% são generalizados. Caso o suporte não se encontre plano e regular, deve corrigir-se pelo menos 48 horas antes da colagem.
<b>Porosidade</b>	Sobre suportes de cimento, molhar ligeiramente o suporte. Se a água escorre, o suporte não é absorvente. Se a água é absorvida em menos de um minuto, o suporte é demasiado poroso, devendo-se aplicar um primário.
<b>Dureza</b>	Verificar a dureza da superfície com um prego. O suporte é duro se o risco for superficial. Se o suporte não é suficientemente duro, eliminá-lo até chegar a um suporte mais consistente. Se o suporte for pulverulento deverá aplicar-se um primário para fixar e selar a superfície.
<b>Aderência</b>	Verificar a aderência do cerâmico com um martelo ou espátula. É necessário eliminar todas as peças que soem a oco e substituí-las por peças similares ou reconstruir o suporte com um produto adaptado.
<b>Limpeza</b>	Eliminar pó, colas de revestimento antigo, poeiras em toda a superfície e aplicar um primário adequado. Sobre betão, eliminar por lavagem de alta pressão tudo o que possa prejudicar a aderência.
<b>Humidade</b>	O suporte não pode estar húmido. Eliminar o excesso de água.

O estado de limpeza do suporte também influencia a qualidade da colagem, dado que uma superfície pulverulenta ou oleosa condiciona a aderência do material de assentamento. Deve por isso, evitar-se a presença de resíduos de argamassas, manchas de óleo, graxa ou qualquer outra substância gordurosa, manchas de bolor,

fungos e outros microorganismos e quando necessário, ser efectuada uma limpeza com jacto de água do suporte. [25]

Antes de se proceder à colagem do revestimento cerâmico, deve efectuar-se um diagnóstico ao suporte, que compreende alguns procedimentos simples, descritos no quadro 4.6.

Estando o suporte em condições de poder receber as peças de revestimento, deve, após preparada a solução de cimento-cola, espalhar-se sobre o suporte recorrendo a uma talocha dentada de forma a criar rugosidades com vista a aumentar a aderência, colocando posteriormente as peças cerâmicas sobre a cola, batendo uma a uma, até que sejam bem posicionadas, obedecendo ao espaçamento entre peças.

O tipo de acabamento da superfície do suporte depende do produto de colagem que irá ser usado. Assim, se o assentamento for efectuado com argamassa tradicional, o acabamento terá que ser rugoso e previamente humedecido para evitar absorção excessiva da água da argamassa, se por outro lado for usada uma cola delgada o suporte deverá ser alisado com régua de madeira [32].

#### 4.3.5 Assentamento do revestimento Cerâmico

Quando o assentamento se efectua mediante a utilização de argamassa tradicional, esta é aplicada no tardo dos ladrilhos, pressionando-os firmemente sobre o suporte para que a argamassa fique bem aderente e os entalhes completamente preenchidos.

Se o assentamento for efectuado por intermédio de colas não tradicionais, pré-doseadas em fábrica, poderá optar-se pelo espalhamento uniforme da cola no suporte seguido de aplicação firme dos ladrilhos ou aplicar a cola no tardo dos ladrilhos seguida de aplicação firme dos ladrilhos no suporte [32].

Quadro 4.7 – Espessura das argamassas de assentamento

<b>Tipo de argamassa de assentamento</b>	<b>Espessura (mm)</b>
Tradicionais	$6 < e < 12$
Não tradicionais	$6 < e < 3$

Depois de assente o revestimento na fachada, é necessário retirar o excesso de argamassa. Para isso, devem ser dadas leves batidas com um martelo de borracha sobre o cerâmico e a argamassa que escorrer deve ser limpa antes do seu endurecimento.

A colocação terá de respeitar sempre os tempos característicos do adesivo: tempo de vida útil, tempo aberto e tempo de repouso. Quando o adesivo utilizado atinge o fim do tempo aberto, o que pode acontecer num tempo diferente do que é indicado pelo fabricante devido às acções ambientais, forma-se uma película esbranquiçada sobre os respectivos cordões. A partir desse momento, o assentamento dos ladrilhos deve ser interrompido e deve iniciar-se a remoção do adesivo aplicado no suporte. [5]

Periodicamente, durante o assentamento, devem arrancar-se algumas placas aleatoriamente (1% das placas), verificando se estão com o verso totalmente preenchido com argamassa. Este procedimento é denominado de Teste de Arrancamento e destina-se a avaliar a qualidade do assentamento, e fazer ajustes caso seja necessário. [34]

#### **4.3.6 Juntas**

Dado que os edifícios se movimentam devido a variações de temperatura (expansão e contracção), de humidade, do peso das estruturas, do vento, etc., devem prever-se juntas em função da deformabilidade do cerâmico, no sentido de serem capazes de absorver os movimentos. Mas, as juntas, além de absorverem deformações, também impedem que se acumulem grandes tensões no seu tardóz e permitem a passagem de vapor de água pelo revestimento, deixando respirar o suporte.

As juntas também impedem a entrada de água e a infiltração de ar no revestimento cerâmico e no suporte, constituindo ainda a única zona de revestimento por onde pode ser libertado qualquer tipo de humidade contido no suporte ou no revestimento cerâmico, na forma de vapor de água. [25]

Existem dois tipos de juntas, as juntas de construção, que têm como finalidade limitar o risco de roturas provocadas por movimentos, e as juntas de assentamento entre ladrilhos, que são têm como função compensar as expansões sofridas por estes.

As juntas de construção podem classificar-se em estruturais, periféricas e intermédias.

Juntas estruturais são as existentes na estrutura de betão e que têm obrigatoriamente que ser reflectidas no revestimento, são feitas em obra ou pré-fabricadas, reforçadas com perfis metálicos ou plásticos ou de mástiques sobre fundo da junta para o seu preenchimento e têm a finalidade de absorver os movimentos estruturais previsíveis. As juntas, devem ter uma largura igual ou superior às existentes no suporte e uma profundidade adequada para garantir o prolongamento das mesmas, podendo estar também localizadas nas zonas e transição entre diferentes materiais de suporte. [25]

Estas juntas devem estar previstas no projecto de estabilidade, e visam garantir a segurança da edificação em relação às cargas mecânicas previstas em projecto. Atravessam toda a parede e a sua largura é especificada em projecto, que se deve respeitar e preencher com materiais flexíveis, nomeadamente do tipo mástiques. Assim, na interface da viga, numa região de encunhamento, ou no máximo a cada 3 metros, devem ser previstas juntas horizontais. Em função das condições de exposição solar serem mais ou menos severas, deve-se prever também uma junta vertical a cada 3 a 6 metros. Devem ainda executar-se juntas de dilatação nas mudanças de direcção do pano de revestimento, nos encontros da área revestida com pisos, pilares, vigas e outros tipos de revestimento e na mudança de materiais que compõem a parede.

Por outro lado, as juntas periféricas executam-se nos limites de superfícies revestidas (remates de vãos em revestimentos de paredes, por exemplo) e devem apresentar uma largura mínima de 5 mm e uma profundidade adequada para penetrar a totalidade da espessura do reboco do suporte. São feitas em obra ou pré-fabricadas, podendo em algumas situações (como juntas de esquina) utilizar-se apenas perfis metálicos ou plásticos para o seu tratamento. [25]

Finalmente, as juntas intermédias têm como principal função evitar a fissuração e o descolamento dos ladrilhos devido a tensões originadas por deformações de natureza higrotermica do suporte, do material de assentamento e dos ladrilhos, devendo ter uma largura mínima de 5 mm (normalmente 12 mm) e uma profundidade que permita a penetração na totalidade da espessura da camada de regularização e assentamento. O seu preenchimento é efectuado inicialmente com um material de enchimento (fundo da junta compressível), devendo ser em seguida reforçada com um perfil pré-fabricado metálico ou de plástico. A zona superficial da junta deve ser preenchida com o mesmo material utilizado no preenchimento das juntas de movimento do revestimento ou com mástique, dependendo da sua largura. [25]

Por sua vez, as juntas de assentamento são espaços entre as placas cerâmicas que compõem o revestimento, preenchidas com material flexível (módulo de elasticidade <8000 MPa). Estas juntas têm como função, facilitar o alinhamento das peças, absorver as tensões geradas pelas dilatações termo-higroscópicas sofridas pelos ladrilhos cerâmicos, e também a função de facilitar caso seja necessário a remoção das peças. [35]

Quadro 4.8 – Espessura mínima de juntas de assentamento, em função do tipo de ladrilhos (s = superfície do ladrilho) [33]

Tipo de Ladrilhos	Espessura [mm]
Prensados a seco	
S ≤ 500 cm <sup>2</sup>	2
S > 500 cm <sup>2</sup>	3
Ladrilhos e “plaquetas” de terracota e ladrilhos extrudidos	6
Restantes materiais	4

#### 4.3.7 Preenchimento das Juntas

As juntas entre ladrilhos devem ser preenchidas de forma a assegurem uma ligação suplementar entre os ladrilhos e o produto de assentamento.

Para isso, as juntas devem ser preenchidas com um material que deve apresentar [4]:

- boa trabalhabilidade;
- reduzida retracção de secagem;
- boa adesão à face lateral do ladrilho;
- impermeabilidade;
- resistência à água, ao calor, aos agentes de limpeza e aos ataques químicos;
- resistência ao desenvolvimento de microrganismos;
- resiliência e compressibilidade.

De referir que, a grande maioria das anomalias que ocorrem nos revestimentos cerâmicos exteriores se deve a uma definição incorrecta dos tipos, dimensões e materiais de preenchimento das juntas, no respectivo projecto de execução.

Assim, o preenchimento das juntas entre ladrilhos pode ser efectuado com produtos, como [33]:

- calda de cimento tradicional, para juntas reduzidas, de 1 a 4 mm;
- argamassa tradicional (2 volumes de cimento para um de areia), em juntas com mais de 4 mm de largura;
- produtos industriais especiais para juntas.

Os produtos não tradicionais pré-doseados em fábrica (industriais) podem ser de dois tipos: produtos constituídos por cimento, cargas minerais e resina sintética, prontos a amassar em obra e produtos epoxídicos de dois componentes [32].

Os produtos que tradicionalmente são utilizados no preenchimento das juntas entre ladrilhos são a calda de cimento e a argamassa de cimento. No entanto, estes



produtos têm vindo gradualmente a sofrer alterações pela introdução de pigmentos ou adjuvantes orgânicos. Paralelamente, surgem os produtos de resinas de reacção, direccionados para revestimentos com exigências especiais de higiene, de resistência química, ou de estanqueidade, ou para revestimentos em que seja necessária muito boa aderência do produto das juntas aos bordos dos ladrilhos. [19]

O seu preenchimento deve ser feito em extensões e ritmos compatíveis com o tempo de abertura do produto. Esta operação deve realizar-se pelo menos 24 horas após o assentamento dos ladrilhos, para garantir a secagem do material de assentamento. O material de preenchimento das juntas deve ser aplicado com uma espátula de borracha de forma cuidada para que todas as juntas sejam uniformemente preenchidas. Depois de se iniciar o endurecimento do material de preenchimento das juntas, este deve ser pressionado com uma ferramenta adequada de forma a garantir um acabamento perfeito.

A argamassa usada para colar o revestimento ao suporte, deve ser flexível, de modo a absorver as deformações originadas pelo movimento natural da estrutura, assim como, o material a ser usado nas juntas, que também deve ser elástico (neoprene, ou mástique).

Durante o processo de assentamento do revestimento cerâmico em fachadas, deve ser protegida a sua parte superior, de forma a evitar a penetração de água entre o revestimento e o suporte.

Depois de colado o revestimento cerâmico, deve ser previsto o rejuntamento, para isso devem eliminar-se todos os resíduos de cimento-cola que possam existir nas juntas, para que a argamassa as possa preencher completamente, melhorando o desempenho do revestimento cerâmico. O preenchimento das juntas deve efectuar-se com o auxílio de uma talocha de borracha ou com uma colher de pedreiro, dependendo da argamassa a aplicar, pressionando-a para o interior das juntas com um movimento na diagonal em relação às juntas. Ao se iniciar o endurecimento, deverá proceder-se à limpeza e acabamento do revestimento com uma esponja humedecida.

#### **4.3.8 Limpeza**

As operações de limpeza, só poderão ter início quando tiver decorrido o tempo necessário para a cura do material de preenchimento das juntas indicado pelo fabricante.

A limpeza dos revestimentos com ácido é contra-indicada, pois pode prejudicar a superfície da placa cerâmica e o material de preenchimento das juntas. No entanto, se for mesmo necessária a limpeza com ácido, deve-se usar uma parte de ácido diluído em água, na razão de 1 para 10. Neste caso, deve-se proteger previamente com vaselina os componentes susceptíveis ao ataque pelo ácido. No final da limpeza, que deve ser feita com água em abundância, emprega-se uma solução neutralizante de amónia (uma parte de amónia para cinco partes de água) e enxagua-se com água também em abundância. Por fim, enxuga-se com um pano removendo a água presente nas juntas. [34]

#### 4.3.9 Qualidade do revestimento

No quadro 4.9 apresentam-se as regras de qualidade mais relevantes para revestimentos cerâmicos aplicados em paramentos exteriores.

Quadro 4.9 – Regras de qualidade mais relevantes [32]

Designação	
Segurança	Segurança contra riscos de incêndio
	Aderência
Utilização Normal	Estanquidade à água
	Permeabilidade ao vapor de água
	Aspecto
	Compatibilidade com o suporte
Conservação da qualidade	Resistência à água
	Resistência à temperatura
	Resistência ao gelo-degelo

No que se refere à aderência dos revestimentos ao respectivo suporte, em condições normais não pode ser inferior a 0,5 MPa.

Relativamente à estanquidade à água, não é exigível que um revestimento cerâmico assegure devendo, no entanto, contribuir para ela.

No que respeita à compatibilidade com o suporte, devem ser usados, no assentamento dos ladrilhos cerâmicos, produtos que sejam físico-quimicamente compatíveis com o suporte, acautelando ainda os riscos de ocorrência de saponificação e de formação de sais [32].

Finalmente, no âmbito da conservação da qualidade, deve garantir-se que a durabilidade do revestimento seja da mesma ordem de grandeza do suporte, devendo,

o revestimento conservar as suas características sob acção dos agentes atmosféricos e permitir ainda que os movimentos diferenciais ladrilhos-suporte sejam absorvidos pelas juntas de assentamento entre ladrilhos e por juntas de dilatação criteriosamente posicionadas [32].

#### **4.3.10 Prevenções na execução**

Não obstante se ter em consideração as boas práticas em fase de projecto, nomeadamente no que respeita à previsão de juntas de dilatação, continuidade do suporte e uso de peças especiais nos cantos e mudanças de plano, é de crucial importância, que a fase de execução se pautar por procedimentos correctos.

Nesse sentido, é fundamental um especial cuidado na preparação do suporte, quer em termos de rugosidade, quer no que se refere à sua humidade, de forma a se assegurar uma correcta aderência. É ainda aconselhável, neste tipo de revestimentos, que se prefira a execução de junta aberta e a aplicação de argamassa de assentamento sobre o suporte, por, este sistema, possibilitar uma melhor continuidade do sistema de aderência, permitir a dilatação individual de cada ladrilho, anulando-se assim o somatório de dilatações e reduz-se a possibilidade de infiltrações de água a partir do exterior, dado a junta entre ladrilhos se encontrar obstruída com a argamassa.

#### **4.4 Revestimentos por Pintura**

Um produto de pintura pode apresentar-se em estado líquido, em pasta ou em forma de pó, e tem como finalidade assegurar uma película protectora, decorativa e/ou possuir determinadas propriedades específicas, quando aplicado no substrato.

São constituídos por quatro componentes básicos [37]:

- pigmentos e cargas, que conferem cor, opacidade e consistência. Ambos podem ser naturais ou sintéticos de natureza orgânica ou inorgânica.
- veículo fixo que representa a parte não volátil (ligante, aglutinante, formador de película). São exemplo os óleos e as resinas.
- veículo volátil que evapora durante a secagem do produto de pintura, constituído por solvente e/ou diluentes.
- aditivos ou adjuvantes que modificam uma ou mais propriedades do produto de pintura. Podem ser secantes, plastificantes e antiespumas.

Para o desenvolvimento das cores são utilizados pigmentos orgânicos, com tonalidades mais intensas e de menor durabilidade, que são mais resistentes em tintas

compostas com resinas à base de solvente (que têm a capacidade de reflectir as luzes ultravioletas); e pigmentos inorgânicos, que proporcionam cores mais duráveis, porém ,menos vivas, e desbotam com maior facilidade.

O comportamento de um revestimento por pintura e a sua eficácia como protecção e decoração dependem, não apenas de uma escolha adequada do esquema de pintura e do seu modo de aplicação, como também, da qualidade da base de aplicação. Assim, antes de qualquer trabalho de pintura, deve-se efectuar uma análise ao substrato, nomeadamente às características do material que o compõe e às características do meio ambiente [2].

Após analisado o tipo de substrato, é necessário escolher um produto adequado, de entre a enorme variedade existente no mercado, com características diversas.

Quadro 4.10 - Tipos de tintas existentes no mercado

Tintas designadas a partir do tipo de veículo fixo	Alquídicas, oleosas Epoxídicas Acrílicas e metacrílicas Betuminosas Borracha natural, sintética, modificada Nitrocelulósicas Poliésteres Poliuretano Silicatos Vinílicas Silicones
--	--

Um esquema de pintura é constituído por uma sequência de vários tipos de produtos de pintura [37]:

- primário – primeira camada aplicada no substrato com a finalidade de garantir a protecção e a aderência das camadas seguintes. O primário é por vezes substituído por um esfregaço (uma demão da tinta de acabamento muito diluída) ou por um selante (aplicado sob a base com vista à diminuição da sua absorção em relação a aplicações seguintes).
- sub-capa – camada intermédia que tem como finalidade proporcionar uma espessura total adequada, uma boa ligação entre o primário e a tinta de acabamento e uma boa protecção contra a acção de produtos químicos.
- acabamento – última camada.

No entanto, é importante ter presente que as propriedades da tinta a escolher, devem ser: capacidade de conferir cor estável, capacidade de resistir às intempéries, boa aderência à base, facilidade de manutenção e conservação e impermeabilidade.

Complementarmente a EN 1062, prevê requisitos especiais a serem verificados aquando da escolha do produto de pintura para paredes exteriores, a saber: resistência aos fungos e algas, resistência aos alcalis, resistência à sujidade, resistência à aderência, resistência à humidade, ao nevoeiro salino e ao SO<sub>2</sub> e durabilidade.

Para além de todos os requisitos anteriormente referidos, o sucesso de um revestimento de pintura depende também do tipo e natureza da preparação das superfícies a pintar, da qualidade e compatibilidades dos produtos escolhidos, da técnica de aplicação e ainda das condições ambientais presentes.

#### 4.4.1 Suporte

Relativamente às características do substrato é importante ter-se consciência da sanidade e rigidez superficial do material, verificando ainda se existe algum defeito superficial, nomeadamente fissuras, empolamentos ou lisura e rugosidade em excesso. É ainda fundamental averiguar se o substrato se apresenta perfeitamente limpo, isento de contaminantes e se apresenta presença de humidades.

Quadro 4.11 - Características do suporte [15]

Observações	Avaliação / Comentários
Acabamento superficial	Deve possuir rugosidade suficiente para permitir uma boa aderência.
Coesão da argamassa	Pode ter sofrido uma perda de coesão por lixiviação do cimento.
Aderência do suporte	Pode ocasionar desprendimentos se não é suficiente
Fissuras	Analisar a sua origem e tipo, para seleccionar o modo de tratamento.
Sujidades	Produzida pela contaminação ambiental. O desenho da fachada influencia a acumulação de sujidades, que pode ocasionar falta de aderência.

Se o suporte não estiver apto a receber a pintura é imprescindível, previamente, proceder às reparações necessárias.

Além de conhecer as características do substrato é de extrema relevância conhecer o produto a aplicar, pelo que, antes da sua utilização, deve ler-se a ficha técnica do

produto elaborada pelo fabricante, onde constam as condições de preparação do produto, as condições ambientais necessárias para a sua aplicação e as condições de preparação da base.

Rendimento, estabilidade, facilidade de aplicação, cobertura e resistência às intempéries, são características de uma tinta de qualidade. Entretanto, o resultado não é garantido se a base ou o substrato não tiverem sido executados de maneira adequada.

#### **4.4.2 Condições de aplicação**

As condições locais de exposição são de grande importância, pois essas características irão definir as propriedades necessárias das tintas, assim como, a utilização de aditivos, que podem ser divididos em hidrofugantes e hidrorrepelentes, produtos estes indicados para a aplicação sobre superfícies porosas expostas à humidade constante.

Aquando da aplicação dos produtos de pintura, devem verificar-se, um conjunto de condições. Assim, a temperatura ambiente não pode ser inferior a 5°C e superior a 35°C e o ar deve estar seco para evitar condensações, ou seja, não deve existir uma humidade relativa superior a 85%. Além disso os substratos não podem estar frios ou quentes, nesse sentido, superfícies que tenham estado expostas ao sol, só poderão ser pintadas após arrefecimento [37].

#### **4.4.3 Regras para aplicação**

Depois de efectuado o emboço ou reboco terá que se deixar secar a superfície da parede, num prazo mínimo de 28 dias, uma vez que, para além de se promover a resistência superficial, também se fará diminuir a sua alcalinidade.

A escolha do produto de pintura deve ser baseada no conhecimento dos locais a serem pintados e das suas necessidades. Normalmente, dever-se-á escolher um protector para isolar o ambiente alcalino do suporte e promover a ancoragem necessária à estabilidade da camada de acabamento.

Nesse sentido, de forma a garantir um acabamento perfeito, é conveniente o uso de um primário, que irá permitir que a tinta de acabamento adira melhor à superfície, actuar como selante no caso de superfícies porosas, impedir ainda que a alcalinidade da parede ataque a pintura de acabamento e, também, cobrir manchas e outras diferenças de cor.

Além disso, os suportes de reboco são superfícies bastante porosas, que por isso absorvem muita tinta de forma irregular, aumentando o seu consumo e provocando manchas pela diferença de absorção. Desta forma, o uso de selantes, por um lado, regulariza e uniformiza a absorção da tinta e por outro, melhora a sua cobertura.

A última demão de selante deverá ser no sentido vertical, de cima para baixo, de forma que as “pontas” da textura fiquem voltadas para baixo, impedindo a acumulação de poeiras e permitindo uma melhor limpeza, além de melhorar o escoamento de água em superfícies externas. Após a sua secagem, recomenda-se a aplicação de duas demãos da tinta de acabamento para uma melhor protecção e obtenção das cores desejadas.

Em paredes exteriores é, normalmente, aplicada uma demão de primário e duas ou três demãos de tinta de acabamento, no caso de se pretender um acabamento liso. Se porventura se pretende um acabamento texturado, aplica-se uma demão de esfregaço seguido de uma ou duas demãos de tinta texturada.

As tintas acrílicas são as mais utilizadas por possuírem boa resistência aos raios ultravioleta e pela sua secagem ser rápida. Porém, antes da sua aplicação terá que se verificar se o primário anteriormente aplicado está devidamente seco. O acabamento tradicional é feito com duas demãos de tinta acrílica de alta qualidade, a aplicar conforme especificações do fabricante.

#### **4.4.4 Repinturas**

Antes de proceder a qualquer tipo de repintura é necessário averiguar se o estado do revestimento se deve ao fim da sua vida útil ou se porventura essa degradação é devida a outras causas.

Os trabalhos de repintura apenas deverão ser iniciados depois de se ter removido a pintura existente, seguida de nova preparação da superfície.

Relativamente à preparação das superfícies para a repintura, é pois importante averiguar que tipo de danos apresenta o revestimento existente. Se apresenta apenas uma desintegração uniforme por pulverulência e não ostentar fissuras ou exfoliação, poderá apenas efectuar-se uma limpeza da superfície com uma posterior lixagem, para que esta se apresente nivelada e uniforme. As operações de limpeza foram já abordadas no capítulo 2.

Em situações em que a pintura apresente apenas más condições em zonas localizadas, proceder-se-á à remoção da tinta, nesse local, até se encontrar uma base estável, aplicando posteriormente o primário ou a subcapa até se obter um nivelamento satisfatório.

Quando se pretende repintar paredes exteriores em que o único objectivo seja a mudança de cor, cobrir revestimentos sujos, riscados ou danificados, ou ainda disfarçar reparações realizadas, não é necessário remover o revestimento de pintura existente. Nestes casos, deve proceder-se à lavagem do paramento e executar as reparações necessárias, devendo, no entanto, aplicar-se um isolante anti-alkalino, no caso de substratos alcalinos. Se o revestimento existente estiver em bom estado e tiver sido executado com tinta de água, pode aplicar-se directamente outra tinta de acabamento, mas pelo contrário, se tiver sido realizado com tinta de esmalte, deverá ser completamente lixado antes de se proceder à repintura [37].

Quadro 4.12 – Procedimentos a adoptar se o revestimento apresentar danos

Perda de aderência	Deve-se remover tinta existente (por aquecimento, amolecimento ou mediante uso de decapantes)
Eflorescências	Se o seu desenvolvimento dá origem perda de aderência, terá que se remover a tinta existente, senão usa-se um primário anti-alkalino seguido de nova pintura.
Manchas	Se forem causadas por fungos, deve usar-se fungicidas, seguido de um primário anti-alkalino e repintura. Se forem resultantes de eflorescências aplicar-se-á uma demão de primário anti-alkalino e repintura.

Após a aplicação de primários anti-alkalinos sobre a tinta existente, deve efectuar-se uma ligeira raspagem.

De referir ainda que é de crucial importância o registo dos trabalhos aquando da preparação das superfícies e do tipo de revestimento aplicado, para que em obras posteriores de repintura seja mais fácil definir um programa de intervenção.

## 4.5 Pormenores de Execução

### 4.5.1 Platibandas

As paredes exteriores estão sujeitas a uma degradação precoce devido à sua severa exposição, pelo que um correcto capeamento no seu topo evita muitos problemas que derivam da penetração da água.



Assim, na execução das platibandas, haverá que ter em especial atenção a correcta impermeabilização e drenagem da água, as inclinações adequadas da cobertura e ainda, assegurar um adequado remate com a laje.

O capeamento pode ser executado com recurso a chapas metálicas de zinco, inseridas em rasgos ou fixas exteriormente, com interposição de fitas vedantes.

O murete da cobertura (platibanda) pode ser executado em betão ou alvenaria de tijolo. No entanto, a sua execução em betão dá melhores garantias no que se refere a problemas futuros de fissuração, nomeadamente, na transição entre a laje e o pano de alvenaria, sendo, no entanto, aconselhável a criação de uma junta nesse local e posterior aplicação de um reboco armado, uma vez que estamos perante elementos com comportamentos mecânicos distintos.

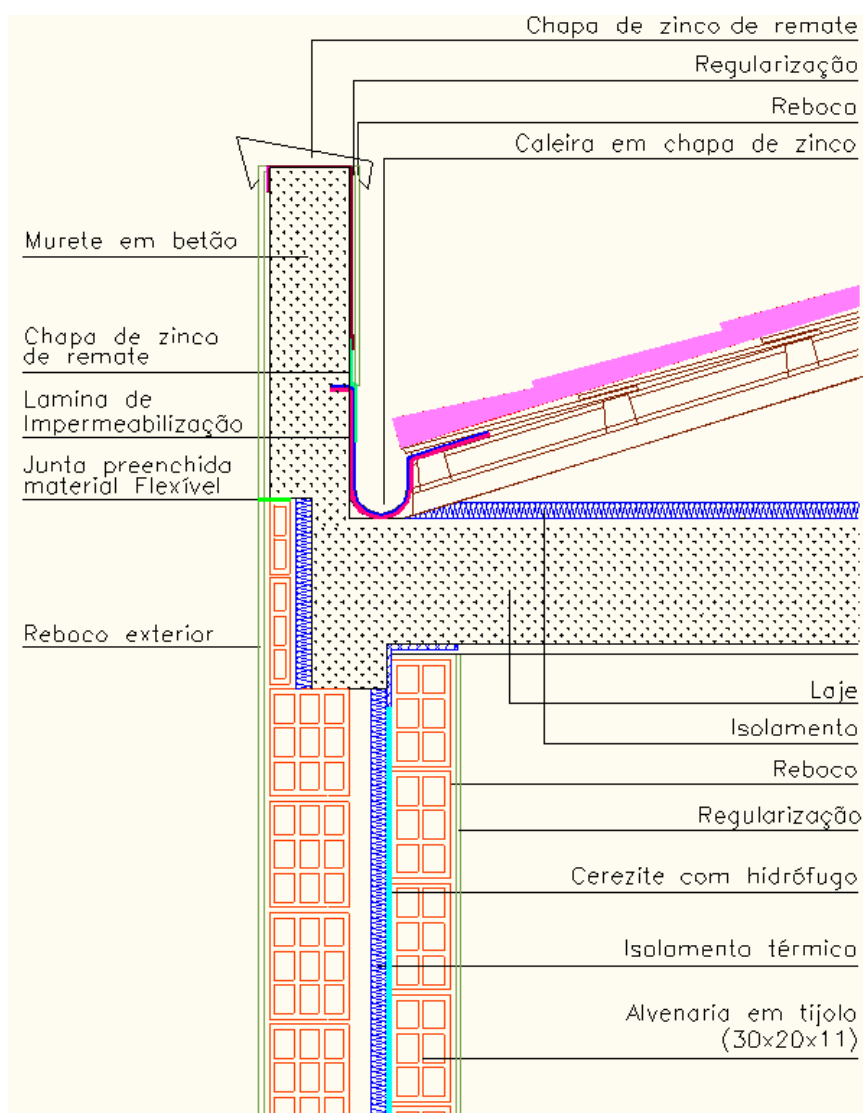


Figura 4.1 – Pormenor de execução da platibanda

#### 4.5.2 Parede Dupla Exterior

Na execução das paredes exteriores em alvenaria de tijolo, existem fundamentalmente dois métodos que normalmente são utilizados. Com isolamento executado dentro da caixa-de-ar, que ainda representam a maioria da construção do nosso país e com o isolamento colocado pelo exterior.

##### 4.5.2.1 Isolamento no interior da caixa-de-ar

Este processo construtivo corresponde à prática comum dos edifícios, no entanto, ainda não existe o cuidado devido no tratamento das pontes térmicas, ou reforço do isolamento na zona de pontes térmicas, permanecendo a prática de colocar a alvenaria à face dos elementos de betão (lajes e pilares), como ilustra a figura 4.2.

No entanto, na zona onde existe uma transição de materiais distintos (pano de alvenaria / elementos de betão), deverá colocar-se isolamento térmico junto ao elemento de betão e rematar posteriormente com tijolo de alvenaria 30x20x4, conforme exemplificado na figura 4.1.

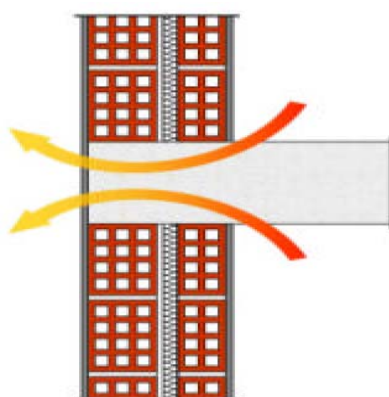


Figura 4.2 – Alvenaria de tijolo à face dos elementos de betão [30]

Relativamente ao modo de execução das paredes exteriores, em primeiro lugar, assenta-se uma fiada de pano exterior e outra de pano interior. De seguida, deverá executar-se a caleira (meia cana) em argamassa hidrófuga, revestida com uma emulsão betuminosa, simultaneamente com o assentamento de tubos, nas zonas mais baixas da caleira, para drenar águas que possam passar através do pano exterior ou que resultem de condensações internas. Posteriormente, tapa-se o espaço entre os dois panos com um rolo de papel, uma régua ou sarrapilheira, para evitar que a argamassa de assentamento se deposite sobre a caleira.



Figura 4.3 – Caleira bem executada [16]

O passo seguinte consiste na execução do pano exterior, devendo este ser revestido a toda a altura, na face interior, com reboco afagado, para evitar a passagem de água para a caixa-de-ar. Sucede-se a execução do pano interior, até à laje ou viga, e a colocação do isolamento térmico. A segunda fiada deverá ser assente deixando entre cada tijolo assente, o espaço correspondente a outro tijolo, acrescido da espessura das juntas (que não deverá ultrapassar 1 cm para não gerar fissuras por aumento de rigidez). Após o assentamento dos dois panos, retiram-se da caleira os rolos de papel e limpa-se a caixa-de-ar e finalmente, assentam-se os tijolos nos espaços deixados na segunda fiada do pano interior.

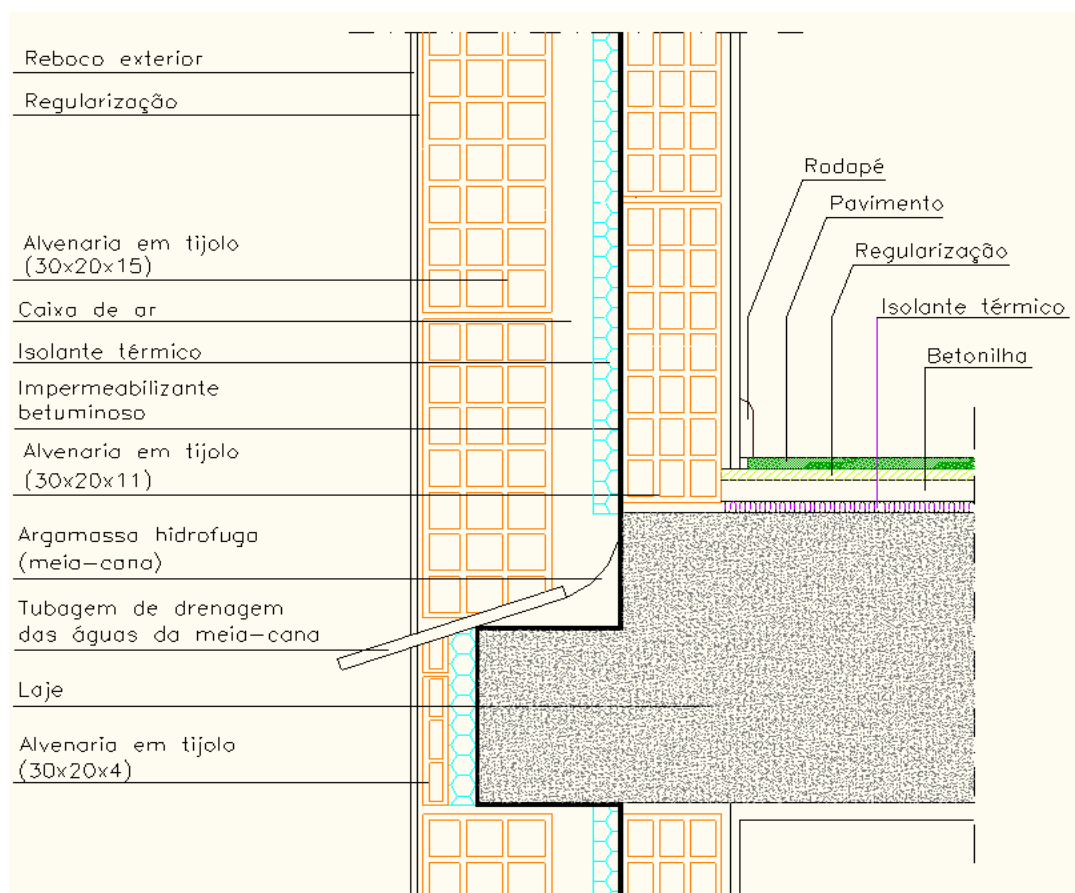


Figura 4.4 - Pormenor de execução da parede dupla

A fim de evitar a passagem de humidade entre o pano exterior e o interior, não deverá existir contacto de argamassa entre os dois panos. Os dois panos devem estar ligados entre si, para melhorar a sua estabilidade, geralmente por intermédio de elementos em ferro galvanizado. Estes absorvem pequenas deformações que ocorrem num dos panos, de forma a não serem transmitidas ao outro pano.

Também neste tipo de paredes, haverá que conferir uma independência construtiva (juntas de dilatação com largura suficiente) de modo que os movimentos da estrutura não afectem o revestimento e introduzir juntas de retracção em função do material de revestimento, limitando-as a um máximo de 5 mm.

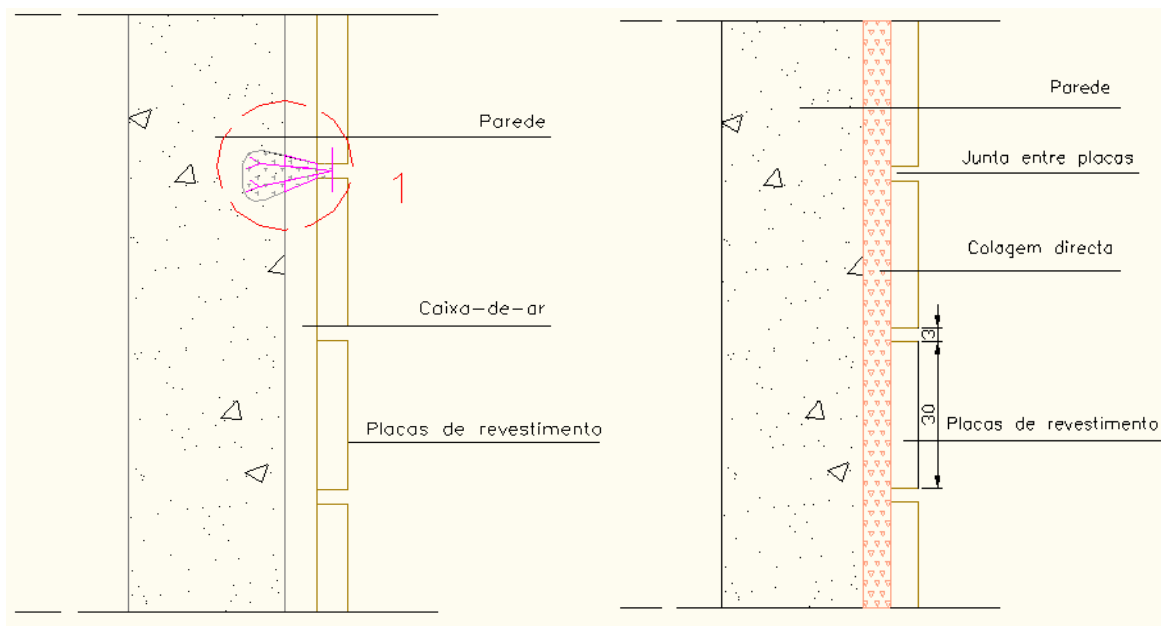


Figura 4.5 - Fixação de cerâmicos por agrafos

Figura 4.6 - Fixação de cerâmicos por colagem directa

A fixação de placas de revestimento no exterior de edifícios pode ser concretizada por colagem directa, como ilustra a figura 4.6. Este processo consiste na colocação das peças de revestimento, com folgas de 2 a 3 mm.

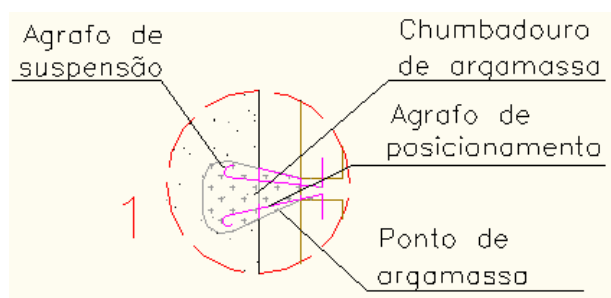


Figura 4.7 – Pormenor colocação dos agrafos

Nas juntas, a betonagem deve ser feita com argamassa pobre e com a inserção de um hidrófugo, de modo a garantir a impermeabilização da parede. Na colocação das peças de revestimento com maiores dimensões, a colagem torna-se insuficiente. Utilizam-se então gatos ou agrafos na fixação das peças.

Na figura 4.7 está representado esquematicamente o processo de fixação do revestimento por agrafos e pontos de argamassa. Neste processo, as peças de revestimento são fixadas à parede com agrafos de fio de secção circular de cobre, latão ou aço inoxidável envolvidos em argamassa. A ligação dos agrafos ao suporte pode ser feita por chumbagem de argamassa ou por processos mecânicos. Geralmente aplicam-se quatro agrafos por peça (dois de suspensão e dois de posicionamento) no topo das placas ou então no tardo das placas.

A furação das peças de revestimento deve ser cuidadosa, devendo ser feita a meia espessura e os furos cilíndricos com 1 mm de diâmetro e profundidade superior a 5 mm. As juntas entre as placas dependerão das dimensões das peças de revestimento. Contudo, não podem ter largura inferior a 4mm nem exceder 1/3 da espessura das peças. A argamassa de preenchimento das juntas deve ser realizada ao traço (1:5:7) e (1:2:8). As juntas devem ser elásticas, horizontais e verticais.

A colocação em obra resume-se aos seguintes passos:

- marcação na parede dos locais onde serão executados os chumbadouros;
- abertura dos furos na parede;
- limpeza e humedecimento dos furos;
- preenchimento dos furos com argamassa e execução dos pontos de argamassa;
- encosto das placas de modo a inserir os agrafos nos chumbadouros;
- alinhamento das placas;
- preenchimento das juntas entre placas.

O processo fixação das peças ao suporte por meio de gatos resistentes com chumbadouros é análogo ao descrito anteriormente. A fixação mecânica é feita com cavilhas de expansão, do mesmo material dos gatos (aço inox, bronze, latão e cobre).

Este processo de fixação por meio de gatos, é normalmente utilizado para peças de revestimento de pedra.

Os gatos devem penetrar no suporte, pelo menos, 25 mm. A inserção destes elementos nos furos deve ser colmatada com calda de cimento numa das peças e com uma bucha elástica na peça contígua, permitindo pequenos movimentos.

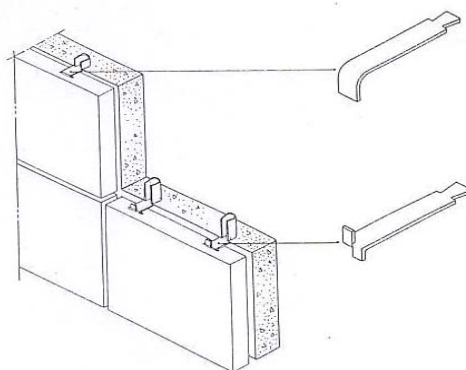


Figura 4.8 - Processo de fixação de peças por gatos

#### 4.5.2.2 Isolamento pelo exterior

Os sistemas de isolamento térmico pelo exterior representam uma boa solução tendo em vista o cumprimento das novas exigências do RCCTE, quer sob o ponto de vista energético, como do ponto de vista construtivo, uma vez que têm associado um reforço da protecção térmica das partes opacas. Reforço esse que pode ser efectuado usando o sistema ETICS (Exterior Thermal Insulation Composit System) ou fachada ventilada.

Estes dois sistemas de isolamento pelo exterior, podem ser usados quer na reabilitação de edifícios, cuja envolvente vertical apresente índices de isolamento térmico insatisfatórios, infiltrações ou aspecto degradado, quer em novas construções.

A espessura corrente do isolante térmico aplicado nas soluções de isolamento térmico pelo exterior é, em geral, de 30 mm, com menor expressão 40 mm e em casos pontuais valores superiores.

##### Sistema ETCS

O sistema ETICS já foi alvo de estudo no capítulo anterior e consiste na aplicação de placas de poliestireno expandido (EPS) sobre suporte de alvenaria ou betão, revestidas com um reboco delgado armado com redes de fibra de vidro ou sintéticas, sendo normalmente, o acabamento composto por um revestimento plástico espesso (RPE).

Este sistema apresenta vantagens no caso de edifícios com isolamento térmico insuficiente, infiltrações ou aspecto degradado. Além disso, pode diminuir o risco de ocorrência de condensações, tratando as pontes térmicas e permite recobrir pequenas fissuras da parede antiga.

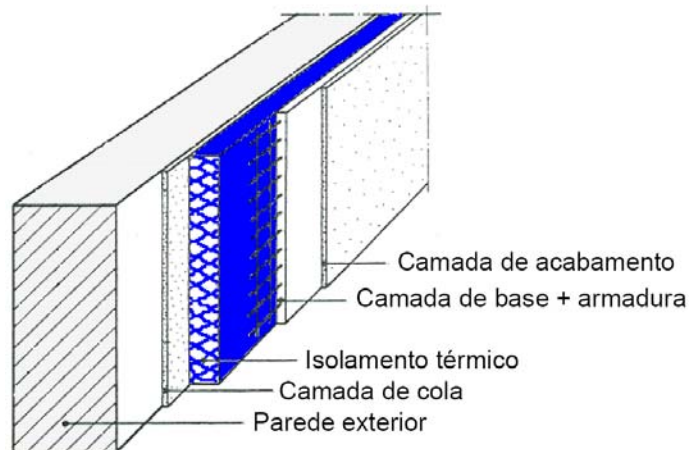


Figura 4.9 – Pormenor sistema ETICS [2]

A camada de acabamento em revestimento plástico espesso (RPE) é constituído por um ligante de resina sintética, cargas minerais e eventualmente pigmentos e outros adjuvantes. Estes revestimentos são classificados apenas como revestimentos de acabamento ou decorativos, uma vez que, a sua função é assegurar o aspecto final do suporte e garantir-lhe uma certa protecção aos agentes climáticos e mecânicos [38]. No entanto, também conferem um complemento de impermeabilização às paredes.

O RPE pressupõe normalmente a aplicação prévia de um primário, com vista a preparar o suporte para receber o revestimento, sendo seleccionado em função do estado do mesmo.

Aquando da aplicação do revestimento propriamente dito, deve ser respeitado o consumo especificado pelo fabricante, uma vez que se aplicado em quantidade inferior poderá haver uma redução na sua durabilidade e por sua vez se for aplicado em quantidade excessiva poderá acarretar determinados defeitos, nomeadamente fendilhação, fluência e dificuldades na secagem.

Uma vez que este tipo de revestimento exterior tem propensão para fixar sujidades provenientes da atmosfera, é recomendável, que o seu acabamento não seja muito rugoso nem se apliquem cores muito claras, devendo ainda haver uma preocupação em termos de pormenores construtivos, na medida em que se evitem escoamentos de água sobre os paramentos.

### Sistema Fachada Ventilada

No sistema fachada ventilada, cria-se um espaço ventilado entre o revestimento e o isolamento térmico, melhorando a protecção contra a intempérie (acumulação de

humidade de infiltração) e o desempenho térmico no Verão (acumulação de calor decorrente da radiação solar incidente).



Figura 4.10 – Pormenor sistema fachada ventilada [39]

O sistema de fachada ventilada é composto por diferentes materiais de revestimento final: betão polimérico, alumínio perfilado ou de tricamada, vidro, cerâmica, pedra, fenólico e madeira modificada, etc., que são fixos à edificação por componentes metálicos.

Relativamente ao sistema de fixação, existem quatro sistemas.

Quando estamos perante revestimentos de grande espessura, fixam-se as peças sobre a margem superior e inferior em perfis horizontais que serão posteriormente fixos à estrutura através de grampos de aço.

Em sistemas de fixação à vista de espessura fina, o encaixe é visível do exterior, mediante o uso de grampos em aço que seguram o painel, unindo-os ao perfil metálico.

Existem também sistemas sobrepostos para painéis cerâmicos, onde existe uma sobreposição de painéis formando escamas, garantindo-se no entanto, a estanquidade das juntas. Este sistema encontra-se pensado sobretudo para revestimentos cerâmicos.

Finalmente os sistemas de fixação oculta em que os encaixes das peças de revestimento não são visíveis e encontram-se no dorso das mesmas, mediante rasgos que permitem a colocação de elementos de aço e que se aparafusam a um perfil de alumínio que fixa ao suporte através de grampos. Este sistema encontra-se também pensado para revestimento cerâmico.



### **4.5.3 Drenagem de Águas Pluviais**

A inexistência ou o mau dimensionamento dos sistemas de recolha e encaminhamento das águas pluviais pode acarretar inúmeros problemas, nas fachadas dos edifícios.

Assim, é de crucial importância o correcto cálculo da secção necessária em função da zona pluviométrica e a adopção da inclinação suficiente ( $\geq 1,5\%$ ). Além disso, quer as caleiras, quer os tubos de queda, deverão ser colocados com uma suficiente separação do pano vertical da fachada ( $\geq 5\text{cm}$ ).

### **4.6 Prevenção contra o aparecimento de fissuras**

Com o fim de prevenir o aparecimento de fissuras em fachadas de edifícios, devem ser tomadas medidas que eliminem as suas causas, quer na fase de projecto, quer aquando da execução.

Medidas essas que estão sobretudo orientadas no sentido de controlar possíveis movimentos no edifício que produzam esforços localizados, que por sua vez estão na base do aparecimento de fissuras.

Assim, é necessário limitarem-se as deformações dos elementos estruturais em contacto com panos de parede não portantes, garantindo uma certa independência entre a estrutura e as paredes de alvenaria e seleccionar materiais de revestimento com boa capacidade mecânica.

No que se refere à independência entre os elementos estruturais e o pano de parede, esta revela-se fundamental devido ao facto de existirem variações dimensionais devido a acções higrotérmicas, com maior expressão naturalmente nas fachadas orientadas a Este e Oeste. Nesse sentido, é relevante assegurar, nesses pontos de contacto, uma folga mínima de 10 mm e introduzir um elemento plástico, nomeadamente poliestireno expandido, permitindo deste modo, o livre movimento dos diferentes elementos, reflectindo-se esta independência como uma junta construtiva no exterior da fachada. Esta solução é aplicável a todo o tipo de revestimento, sendo que nos rebocos seguidos de pintura o aparecimento de fissuras é mais frequente, dado que nos cerâmicos as juntas de assentamento absorvem alguns movimentos.

Sob o ponto de vista da integridade do revestimento que compõe a fachada, é fundamental seleccionar materiais com capacidade mecânica suficiente para que a possibilidade de fractura seja diminuída. Materiais muito porosos com elevado coeficiente de absorção devem ser evitados, devido à enorme possibilidade que lhe está associada de variações dimensionais por efeito de humidade. Evitar-se ainda a

utilização de argamassas de assentamento ricas em cimento, por serem susceptíveis ao aparecimento de retrações hidráulicas e possuírem uma rigidez superior à do suporte, promovendo o aparecimento de fissuras generalizadas em forma de mapa.

De referir ainda que o tamanho dos elementos que integram o revestimento exterior está intimamente interligado com a sua aderência e por conseguinte com a capacidade mecânica do revestimento na sua generalidade.

Relativamente a erros de execução, salienta-se a deficiente preparação das argamassas de assentamento e a má execução das juntas de dilatação. No que se refere às argamassas de assentamento, se houver uma cura com insuficiente teor de humidade, vai certamente reflectir-se com o aparecimento de fissuras em forma de mapa. Também, uma deficiente humedificação do suporte, implica uma aderência limitada do revestimento, tornando-o débil a qualquer esforço e previsivelmente a manifestação de fissuras, estas por norma irregulares mas com uma maior distância entre elas. A má execução das juntas de dilatação, prende-se com o facto de muitas vezes o revestimento não respeitar as juntas de dilatação da estrutura ou do suporte, ou as mesmas não serem bem delimitadas em termos de profundidade.

De salientar ainda que nas fachadas mais expostas aos agentes atmosféricos, é conveniente recorrer-se ao reboco armado com malhas de fibra de vidro ou sintéticas, de forma a reduzir as variações dimensionais por esforços higrotérmicos (temperatura e humidade).

Quadro 4.13 – Causas possíveis que levam ao aparecimento de fissuras

<b>Tipo de Fissura</b>	<b>Causa Possível</b>
Em mapa	Argamassa de assentamento rica em cimento ou cura deficiente
Fissuras paralelas próximas e de pequenas dimensões	Variações dimensionais devido a esforços higrotérmicos
Fissuras lineares (horizontais e verticais)	Uniões construtivas defeituosas ou problemas de transmissão de esforços de tracção

#### **4.7 Prevenção no aparecimento de sujidades**

O aparecimento de sujidades num edifício é um processo natural tal como o seu envelhecimento. No entanto, fachadas que possuem um deficiente comportamento devem merecer especial atenção por parte dos responsáveis directos pelo aparecimento de processos patológicos, nomeadamente os projectistas.

Sendo o aparecimento de sujidades um factor inevitável, também o projectista deve acautelar aquando da elaboração do projecto de uma fachada o aparecimento de anomalias. Assim, de forma a impedir o desenvolvimento de patologia, deve haver uma preocupação sempre presente no controlo do grau e localização de locais onde seja susceptível a deposição de poeiras e contaminação atmosférica, controlo na eliminação da sujidade nos paramentos e controlo do grau de manifestação das películas de sujidade.

- Controlo de deposição de sujidades [15]: De forma a minimizar a deposição de sujidades em fachadas, deverá ter-se em conta quer a textura dos materiais que compõem o revestimento, quer os relevos existentes na fachada. Assim, os materiais não deverão possuir uma textura rugosa, quando não se prevê uma limpeza periódica do edifício ou quando a exposição da fachada é relevante, não existindo protecção da mesma. Por outro lado, os relevos apenas com funções decorativas devem ser acautelados e sempre que possível estudar a continuidade dos diversos planos para evitar escorrimentos.

- Controlo na eliminação de sujidades [15]: Neste âmbito, dever-se-á ter em consideração a acção directa da água das chuvas, o facto de existirem elementos salientes no desenho da fachada e a susceptibilidade da mesma no que se refere à água escorrida. Assim, no que concerne à acção directa da chuva é sempre preferível uma exposição elevada, facilitando o processo de lavagem da fachada, ao invés de zonas, onde pela existência de elementos salientes, são mais passíveis ao aparecimento e acumulação de sujidades, requerendo por isso, uma manutenção periódica. Os depósitos de sujidades resultantes da presença de água escorrida, surgem na sua maioria nas partes inferiores das fachadas, pelo que é essencial favorecer o deslizamento e a auto lavagem, mediante a utilização de materiais que apresentem pouca porosidade e textura pouco rugosa.

- Controlo do grau de manifestação das películas de sujidade [15]: No sentido de diminuir o aparecimento declarado de sujidade nos paramentos, deve-se evitar materiais rugosos, preferir cores não lisas por favorecerem os efeitos de ocultação das sujidades e optar pela combinação de diferentes materiais dado que a diversidade de texturas e tonalidades contribui para dissimular a irregularidade das sujidades.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sector da reabilitação, tem assumido uma importância cada vez mais relevante no contexto europeu, embora no nosso País ainda vá prevalecendo a cultura de construir de novo.

Impõem-se, como um dos desafios da actividade da construção, uma mudança de paradigma, onde prevaleçam atitudes de conservar e aproveitar os recursos do nosso património construído.

Desde logo, principiar por um dos componentes que maior cuidado deverá merecer, face à circunstância de serem a cara visível de uma construção e por serem as mais sujeitas aos mecanismos de degradação, ou seja, as fachadas dos edifícios.

São inúmeras e frequentes as anomalias presentes nas fachadas, mesmo em edifícios recentes. Curiosamente, em todo o edificado pertencente à área de intervenção do presente estudo, existem pelo menos, duas patologias por cada edifício. Patologias essas, que se repetem, consoante o tipo de revestimento exterior que suportam.

Face às evidências, e ao conhecimento adquirido das anomalias mais frequentes, que inevitavelmente vão aparecendo nas fachadas dos edifícios, surpreende, que os subscritores dos projectos não efectuem uma avaliação mais rigorosa das soluções adoptadas, contribuindo para melhorar a qualidade dos projectos e conseqüentemente o desempenho dos edifícios, e em particular, no que se refere à sua envolvente exterior.

Denotou-se que os projectos consultados, no seguimento do presente estudo, são parcos no que se refere ao estabelecimento de exigências a satisfazer, nomeadamente, ao nível dos materiais que compõe as fachadas dos edifícios. Os referidos projectos, são apenas uma prova da prática usual, em que os materiais não estruturais não são encarados com a mesma importância dos estruturais.

Nesse sentido, e de forma a vencer o desenvolvimento de manifestações de patologia, que facilmente são observadas no edificado, urge promover e incentivar o investimento na fase de projecto, em particular, num maior compromisso na escolha dos materiais de revestimento exterior e numa adequada compatibilização dos sistemas construtivos de todas as áreas disciplinares, com especial cuidado para os pontos singulares da fachada.

Por outro lado, a mão-de-obra tem que conseguir acompanhar a evolução do projecto e dos materiais, num constante esforço de formação e actualização e o Dono de Obra,

tem que possuir uma atitude mais exigente e estar ciente que um bom projecto proporcionará um maior ganho económico, no que se refere a futuras operações de manutenção, que vão ser sempre necessárias ao longo da vida de um edifício.

Só com um esforço de todos os intervenientes no processo construtivo, se conseguirá um parque habitacional de qualidade e se melhorará a urbanidade das nossas cidades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. [www.euroconstruct.org](http://www.euroconstruct.org)
2. ALMEIDA, Manuela – *Apontamentos da Disciplina de Reabilitação não Estrutural das Construções*. Mestrado em Engenharia Civil. GUIMARÃES. UM. 2007.
3. Censos 2001 – *XI Recenseamento Geral da População. IV Recenseamento Geral da Habitação*. 2002.
4. CABRITA, António Reis; ALHO, Carlos – *Reabilitação de Edifícios de Habitação. Critérios para a definição de níveis de qualidade*. LISBOA. LNEC. 2007.
5. MORAIS, Ana Isabel Barbosa – *Soluções de Reabilitação de Fachadas com Revestimentos em Ladrilhos Cerâmicos*. PORTO. FEUP. 2007.
6. PEREIRA, Vasco – *Tendências na Reabilitação de Fachadas. A Contribuição da Indústria de Materiais de Construção – Workshop “O Habitat do Futuro inserido no Património Construído”*. AveiroDomus. AVEIRO. 2006.
7. GASPAR, Pedro Lima; COLEN, Inês Flores; BRITO, Jorge – *Técnicas de Diagnóstico e Classificação de Fissuração em Fachadas Rebocadas*. LISBOA. CONSTRULINK PRESS, Fevereiro 2007.
8. PEDRO, Edmundo Gonçalves; MAIA, Luiz E. F. Correa; ROCHA, Marcelle de Oliveira; CHAVES, Vieira Maurício – *Patologia em Revestimento Cerâmico de Fachada – Síntese de Monografia de Mestrado*. BELO HORIZONTE. 2002.
9. PEREIRA, Manuel F. Paulo – *Anomalias em Paredes de Alvenaria sem Função Estrutural*. GUIMARÃES. UM. 2005.
10. SOUSA, Hipólito – *Alvenarias em Portugal. Situação Actual e Perspectivas Futuras. Seminário sobre paredes de alvenaria*. PORTO. 2002.
11. SILVA, Armando Filipe – *Manifestações Patológicas em Fachadas com Revestimento Argamassados*. Dissertação do Mestrado em Arquitectura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina. FLORIANÓPOLIS. 2007.
12. CAMÕES, Aires – *Apontamentos da Disciplina de Patologia dos Materiais. Mestrado de Engenharia Civil*. GUIMARAES. UM 2007
13. LOURENÇO, Paulo B.; COIAS, V. Silva; GONÇALVES, M. Bernardo – *Aspectos da Qualidade nos Projectos de Intervenção no Património Arquitectónico. A Reabilitação da Igreja de Santo Cristo em Outeiro*.
14. VASCONCELOS, Paiva – *Enquadramento Legal da Actividade de Conservação e Reabilitação de Edifícios*. Curso sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios Recentes. LNEC. Lisboa. 2002.

15. Tratado de Rehabilitacion – *Patología y Técnicas de Intervención. Fachadas y Cubiertas*. Tomo 4. DCTA – UPM. Editorial Munilla-Leria. MADRID. 2000.
16. APICER, CTCV e DEC-FCTUC – *Manual de Aplicação de Revestimentos Cerâmicos*. COIMBRA 2003
17. SÁ, Ana Margarida Vaz Duarte Oliveira – *Durabilidade de Cimentos – Cola em Revestimentos Cerâmicos Aderentes a Fachadas*. PORTO. FEUP.2005.
18. PINHEIRO, Daniel; LOPES, Luís; AGUIAR, José - *Descolagem de um revestimento cerâmico em fachada*. GUIMARAES. UM.
19. LUCAS, J. A. Carvalho – *Revestimentos Cerâmicos para Paredes ou Pavimentos: Proposta de Intervenção do LNEC para Melhoria da Qualidade em Obra*. LNEC. LISBOA, 1999.
20. RODRIGUES, M. Paula; EUSÉBIO, M. Isabel; RIBEIRO, Alejandro – *Revestimentos por Pintura. Defeitos, Causas e Reparação*. LISBOA: LNEC, 2006.
21. LOPES, Cláudia – *Anomalias dos Revestimentos por Pintura – Paredes exteriores. Técnicas de Inspeção e Avaliação Estrutural*. LISBOA: CONSTRULINK PRESS. Março/Abril 2004.
22. VEIGA, M. Rosário – *Comportamento à Fendilhação de Rebocos: Avaliação e Melhoria*. LISBOA: LNEC, Setembro de 2004.
23. AGUIAR, Barroso – *Apontamentos da Disciplina de Patologia dos Materiais. Mestrado de Engenharia Civil*. GUIMARAES. UM. 2007
24. COIAS, Vítor – *Inspeções e Ensaios na Reabilitação de Edifícios*. Editora IST Press. LISBOA. 2006.
25. SILVESTRE, J. Dinis – *Sistema de Apoio à Inspeção e Diagnóstico de Anomalias em Revestimentos Cerâmicos Aderentes*. Dissertação do Mestrado em Construção, IST. LISBOA. 2005.
26. COSTA, Aníbal – *Apontamentos da Disciplina de Reabilitação não Estrutural das Construções*. Mestrado em Engenharia Civil. 2007.
27. Comunidade da Construção – *Revestimento Cerâmico em Fachadas. Estudo das Causas das Patologias*. FORTALEZA. 2004.
28. VEIGA, M. Rosário; FARIA, Paulina – *Revestimentos de Ligantes Minerais e Mistos com base em Cimento, Cal e resina Sintética – Curso de Especialização Sobre Revestimentos de Paredes*. LNEC. LISBOA. 1995.
29. PATORREB – *Grupo de Estudos da Patologia da Construção*. FEUP.
30. OPTIROC PORTUGAL – *Cimentos e Argamassas, Lda. Isolamento Térmico de Fachadas pelo Exterior*. Relatório – HT 191A/02. PORTO.2002
31. WEBER – *Manual Técnico Sistema Weber Therm. Isolamento Térmico de Fachadas*. 2008.

32. LUCAS, J. Carvalho – *Revestimentos Cerâmicos - Curso de Especialização Sobre Revestimentos de Paredes*. LNEC. LISBOA. 1995.
33. FREITAS, Vasco Peixoto de; SOUSA, Augusto Vaz Serra e; SILVA, J. A. Raimundo Mendes da – *Manual de Aplicação de Revestimentos Cerâmicos*. COIMBRA. 2003.
34. ROMAN, Leslie Maria Finger; ALLARCON, Orestes Estevan; ROMAN, Humberto Ramos; SILVA, Denise, Antunes da – *Manual de Assentamento de Revestimentos Cerâmicos – Fachadas*. Centro Cerâmico do Brasil.
35. NETO, Francisco Maia – *Perícias em Patologias de Revestimentos Cerâmicos em Fachadas*. X Congresso Brasileiro de Engenharia em Avaliações e Perícias X COBREAP, BELO HORIZONTE. 1999.
36. NP EN 971-1 – *Tintas e Vernizes. Termos e Definições para Produtos de Pintura. Parte1: Termos Gerais*.
37. MARQUES, Isabel Eusébio; RODRIGUES, M. Paula - *Revestimentos por Pintura para a Construção Civil. Preparação de Superfícies*. LNEC. LISBOA.2002.
38. VEIGA, M. Rosário – *Revestimentos de Ligantes Sintéticos para Paramentos Exteriores de Paredes – Curso de Especialização Sobre Revestimentos de Paredes*. LNEC. LISBOA. 1995.
39. CONSTRULINK PRESS – *Dossier Técnico-Económico n.º 2. Fachadas Ventiladas*. 2006.