

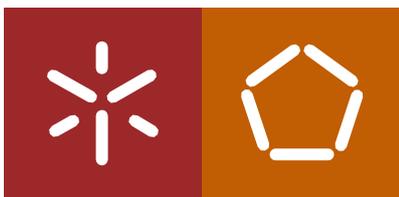


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

João Paulo Cavaleiro Borges Canastra Maia

Reabilitação da envolvente de edifícios multifamiliares

março de 2022



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

João Paulo Cavaleiro Borges Canastra Maia

**Reabilitação da envolvente de edifícios
multifamiliares**

Dissertação de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia Civil

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor José Manuel Cardoso Teixeira

março de 2022

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicado.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositórioUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações
CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Agradecimentos

Agradeço à minha família e a todos os que me acompanharam neste percurso e que diretamente ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Resumo

Qualquer edifício construído deparar-se-á com a ação contínua de diversos agentes agressivos, quer sejam originados pelo meio ambiente, quer pela ação humana, tenderão com o tempo a provocar a deterioração e degradação dos elementos construtivos que compõem os mesmos.

Deste modo a presente dissertação incidirá na reabilitação de edifícios de habitação, em particular, de edifícios multifamiliares.

Com este intuito serão alvo de estudo os três principais elementos constituintes da envolvente exterior de um edifício, cobertura, parede de fachada e envidraçados exteriores, visto serem aqueles que dada a sua localização e exposição a agentes agressivos tendem a sofrer mais danos, sendo os mesmos na maior parte dos casos facilmente observáveis.

Para o efeito foi inicialmente efetuada uma enumeração das principais soluções construtivas adotadas na Região do Vale do Ave, para cada um destes elementos, com o intuito de conhecer os materiais empregues na execução das mesmas, bem como a disposição das várias camadas que as compõem e a respetiva ordem.

De seguida apresentam-se as principais patologias e possíveis causas associadas ao aparecimento e desenvolvimento das mesmas para cada um dos elementos construtivos mencionados anteriormente.

Por último e com o intuito de promover uma componente mais prática ao trabalho a desenvolver, foi escolhido um edifício multifamiliar, pertencente à região do Vale do Ave, que apresente os elementos construtivos da sua envolvente em mau estado de conservação, sobre o qual se pretende efetivar um diagnóstico das patologias observáveis, para que posteriormente sejam reveladas medidas e propostas de reabilitação e mitigação destas.

Palavras-Chave: Causas das patologias, edifícios multifamiliares, patologias, reabilitação.

Abstract

Any constructed building will face the continuous action of various aggressive agents, whether caused by the environment or by human actions, they will tend, over time, to cause the deterioration and degradation of the building elements.

Thus, this dissertation will focus on the rehabilitation of residential buildings, in particular, multifamily buildings.

For this purpose, the three main elements that make up the exterior of a building, roof, exterior walls and window frames, will be studied, as these are the ones that, given their location and exposure to aggressive agents, tend to suffer more damage, in most cases easily observable.

An enumeration of the main constructive solutions adopted in our country for each of these elements will be initially carried out, in order to know the materials used in their execution, as well as the arrangement of the various layers that make them up and their order.

The main pathologies and possible causes associated with their appearance and development, for each building element mentioned above will be studied on these document.

Finally, in order to promote a more practical component to the work, a multifamily building will be chosen, belonging to the Vale do Ave region, which will present the constructive elements of its surroundings in poor condition, on which the intention is to carry out a diagnosis of the observable pathologies, so that proposals for their rehabilitation and mitigation are later revealed.

Key words: Cause of pathologies, pathologies, multifamily buildings, rehabilitation.

Índice

1.	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento e motivação.....	1
1.2	Objetivos	2
1.3	Estrutura da Dissertação	4
2.	Metodologia.....	6
3.	Contextualização do estado de conservação do parque habitacional português	8
4.	Elemento construtivo “cobertura”	21
4.1	Enquadramento	21
4.2	Cobertura inclinada revestida com telha cerâmica	26
4.2.1	Estrutura de Suporte	27
4.2.2	Isolamento térmico.....	33
4.2.3	Ventilação	36
4.2.4	Telhas Cerâmicas.....	39
4.2.5	Tipologias construtivas correntes em edifícios multifamiliares Portugueses	40
4.2.6	Principais manifestações patológicas	42
4.2.7	Soluções corretivas para as principais patologias em coberturas inclinadas revestidas a telha cerâmica	46
4.3	Cobertura plana ou em terraço	54
4.3.1	Estrutura resistente	54
4.3.2	Camada de forma	56
4.3.3	Revestimentos de impermeabilização	57
4.3.4	Barreiras pára-vapor.....	62
4.3.5	Isolamento Térmico.....	63
4.3.6	Camada de dessolidarização	64

4.3.7	Camada de proteção	65
4.3.8	Cobertura plana tradicional VS cobertura plana invertida	68
4.3.9	Tipologias Construtivas Correntes em Edifícios Multifamiliares Portugueses.....	70
4.3.10	Principais manifestações patológicas	74
4.3.11	Soluções corretivas para as principais patologias em coberturas planas	78
5.	Elemento Construtivo “Parede de fachada”	88
5.1	Enquadramento	88
5.2	Parede Dupla de Alvenaria de Tijolo Vazado.....	92
5.3	Parede Simples com Isolamento Contínuo pelo Exterior	94
5.4	Parede Ventilada.....	97
5.5	Principais manifestações patológicas.....	99
5.6	Soluções corretivas para as principais patologias em paredes de fachada	106
6.	Envidraçados.....	118
6.1	Enquadramento	118
6.2	Caixilharias em madeira.....	122
6.3	Caixilharias em alumínio	124
6.4	Caixilharias em PVC.....	126
6.5	Principais manifestações patológicas.....	127
6.6	Soluções corretivas para as principais patologias em envidraçados	132
7.	Caso de estudo – propostas de soluções de reabilitação para edifício de habitação multifamiliar em Vila do Conde.....	145
7.1	Apresentação do edifício	145
7.2	Caracterização construtiva do edifício.....	147
7.2.1	Cobertura.....	148
7.2.2	Paredes de fachada.....	148
7.2.3	Caixilharias	149
7.3	Levantamento das patologias existentes na cobertura e propostas de soluções corretivas	149

7.3.1	Degradação do revestimento em telha cerâmica e ausência de isolamento térmico.....	150
7.3.2	Deterioração dos rufos e caleiros da cobertura.....	154
7.3.3	Fissuração e degradação das chaminés e couretes.....	156
7.3.4	Destacamento do revestimento e deterioração da cobertura da caixa de escadas.....	158
7.4	Levantamento das patologias existentes nas paredes de fachada e proposta de solução corretiva.....	160
7.5	Levantamento das patologias existentes nas caixilharias e sua envolvente e proposta de solução corretiva.....	168
7.6	Levantamento das patologias existentes nas varandas e propostas de soluções corretivas.....	172
8.	Conclusão	175
9.	Trabalhos Futuros	177
	Referências bibliográficas	178

Lista de Figuras

Figura 1 - Número de edifícios segundo o número de alojamentos em 2011	8
Figura 2 - Evolução do número de edifícios unifamiliares e multifamiliares durante o intervalo temporal de 1991 a 2011	9
Figura 3 - Distribuição, por NUTS III, dos edifícios unifamiliares e multifamiliares em 2011	10
Figura 4 - Distribuição, por época de construção, do número de edifícios unifamiliares e multifamiliares ..	11
Figura 5 - Distribuição dos edifícios de habitação portugueses por número de alojamentos e número de pisos em 2011	12
Figura 6 - Distribuição dos edifícios de habitação portugueses segundo o seu estado de conservação em 2011	13
Figura 7 - Evolução do estado de conservação do parque habitacional português de 2001 para 2011	14
Figura 8 - Estado de conservação do parque habitacional português, por NUTS III, em 2011.....	14
Figura 9 - Estado de conservação do parque edificado português, por tipo de utilização, em 2011	15
Figura 10 - Estado de conservação do parque habitacional português por época de construção.....	16
Figura 11 - Distribuição dos alojamentos familiares, de acordo com o seu estado de conservação e forma de ocupação, em 2011	17
Figura 12 - Número de fogos concluídos em obras de construção nova e reabilitação.....	18
Figura 13 – Classificação das necessidades de reparação em edifícios habitacionais	19
Figura 14 - Distribuição dos edifícios habitacionais segundo o tipo de cobertura em 2011	21
Figura 15 - Evolução do número de edifícios habitacionais segundo o tipo de cobertura	22
Figura 16 - Distribuição, por NUTS III, dos edifícios habitacionais segundo o tipo de cobertura	23
Figura 17 - Distribuição, por época de construção, dos edifícios habitacionais portugueses segundo o tipo de cobertura	24
Figura 18 - Distribuição, por número de pisos, dos edifícios habitacionais portugueses segundo o tipo de cobertura	25
Figura 19 - Estrutura de suporte de cobertura inclinada com asna simples em madeira	29
Figura 20 – Estrutura de cobertura inclinada em madeira lamelada colada	30
Figura 21 – Estrutura de suporte de cobertura inclinada em betão.....	31
Figura 22 - Estrutura de suporte de cobertura inclinada com perfis metálicos.....	33

Figura 23 – Isolamento térmico aplicado na esteira horizontal do teto (esquerda) e aplicado nas vertentes da cobertura (direita).....	34
Figura 24 - Isolamentos térmicos mais correntes; (a) Lã de rocha; (b) Espuma rígida de poliuretano; (c) Aglomerado de cortiça expandida; (d) Poliestireno expandido; (e) Poliestireno extrudido	35
Figura 25 - Telhas e orifícios de ventilação em cobertura inclinada.....	37
Figura 26 - Interrupção do ripado para circulação do ar	38
Figura 27 - Exemplo de contra ripado	38
Figura 28 - Telhas cerâmicas mais comuns; (a) Telha lusa; (b) Telha marselha; (c) Telha canudo.....	40
Figura 29 - Pormenor construtivo de cobertura inclinada com subtelha	41
Figura 30 - Pormenor construtivo de cobertura inclinada com impermeabilização, representação esquemática não realizada à escala	42
Figura 31 – Patologias em coberturas inclinadas; (a) Descasque em telhas cerâmicas; (b) Deformação de estrutura de suporte em madeira; (c) Deslocamento de telhas cerâmicas; (d) Remates mal executados; (e) Acumulação de vegetação e musgo.....	53
Figura 32 - Estrutura em betão armado de cobertura plana.....	55
Figura 33 - Camada de forma em betão leve de cobertura plana	56
Figura 34 - Aplicação de emulsão betuminosa	58
Figura 35 - Aplicação de tela asfáltica	59
Figura 36 - Impermeabilização à base de membranas de PVC	59
Figura 37 – Impermeabilização à base de tela líquida de borracha.....	60
Figura 38 – Aplicação de membrana líquida de poliuretano	61
Figura 39 - Impermeabilização à base de membrana de betume plastómero.....	61
Figura 40 - Barreiras pára-vapor; (a) Polietileno; (b) Alumínio	62
Figura 41 - Isolamento térmico em cobertura inclinada; (a) Colocação em obra; (b) Pormenor placa XPS com ranhuras.....	63
Figura 42 - Isolamento térmico em cobertura plana; (a) Colocação em obra; (b) Pormenor placa XPS lisa.....	64
Figura 43 - Manta geotêxtil em polipropileno.....	65
Figura 44 - Cobertura plana sem camada de proteção	66
Figura 45 - a) Camada de proteção efetuada com areão; (b) Pormenor do material.....	67
Figura 46 - Camada de proteção à base de lajetas térmicas.....	67

Figura 47 - Variações de temperatura da impermeabilização em cobertura plana tradicional e invertida...	69
Figura 48 - Solução construtiva de cobertura plana invertida não acessível, representação esquemática não realizada à escala	71
Figura 49 - Solução construtiva de cobertura plana invertida acessível, representação esquemática não realizada à escala	72
Figura 50 - Solução construtiva de cobertura plana invertida com lajetas térmicas, representação esquemática não realizada à escala	72
Figura 51 - Solução construtiva de cobertura plana invertida acessível, representação esquemática não realizada à escala	73
Figura 52 - Solução construtiva de cobertura plana tradicional acessível, representação esquemática não realizada à escala	74
Figura 53 – Patologias em coberturas planas; (a) Deficiente execução das pendentes de escoamento e sistema de drenagem (acumulação de água); (b) Acumulação de detritos e sujeira junto a órgão de drenagem (inexistência de ralo de embocadura); (c) Desprendimento do granulado mineral de autoproteção; (d) Formação de pregas na superfície da impermeabilização; (e) Descolamento da junta de sobreposição numa platibanda; (f) Juntas de sobreposição com largura insuficiente.....	87
Figura 54 - Número de edifícios de habitação existentes segundo o revestimento da fachada em 2011 ...	89
Figura 55 - Distribuição, por NUTS III, dos tipos de revestimentos utilizados em paredes de fachada	90
Figura 56 - Distribuição dos edifícios de habitação segundo o revestimento da fachada e por época de construção.....	91
Figura 57 - Distribuição dos edifícios de habitação segundo o revestimento da fachada e o número de pisos	91
Figura 58 - Parede dupla de alvenaria de tijolo furado, representação esquemática não realizada à escala	93
Figura 59 - Parede simples com isolamento contínuo pelo exterior, representação esquemática não realizada à escala	96
Figura 60 - Fachada ventilada, representação esquemática não realizada à escala	98
Figura 61 - Patologias em paredes de fachada; (a) Destacamento de revestimento cerâmico; (b) Eflorescências em revestimento cerâmico; (c) Revestimento cerâmico fissurado; (d) Fissuração das juntas de revestimento cerâmico; (e) Fissuração em parede de reboco.....	105

Figura 62 - Elementos constituintes de caixilharia de alumínio de batente	119
Figura 63 - Exemplos de janelas fixas	119
Figura 64 - Tipologias de janelas; (a) Oscilo-batente; (b) Basculante; (c) Pivotante; (d) De correr; (e) Guilhotina	120
Figura 65 - (a) Caixilharia mista madeira/alumínio; (b) Caixilharia de madeira.....	123
Figura 66 - Caixilharia de alumínio.....	125
Figura 67 - Caixilharia de PVC	127
Figura 68 – Patologias em envidraçados; (a) Infiltração pela parede junto ao envidraçado (deterioração guarnições de madeira); (b) Má execução de cordão de estanquidade; (c) Desprendimento da massa de vidraceiro; (d) Condensações derivadas do elevado coeficiente de transmissão térmica dos caixilhos de alumínio; (e) Descoloração em caixilharia de PVC)	144
Figura 69 - Fachada Sul (principal) e parte da fachada Poente	146
Figura 70 - Fachada Sul (principal) e parte da fachada Nascente	146
Figura 71 - Fachada Norte (traseira) e fachada Nascente	146
Figura 72 - Pormenor dos andares de habitação da fachada Sul	147
Figura 73 - Pormenor dos andares de habitação da fachada Norte.....	147
Figura 74 - Patologias no revestimento da cobertura - (a) Fissuração e presença de musgo; (b) Remate na interseção de cumeeiras mal executado e elementos metálicos oxidados; (c) Remendo em telha partida mal executado	151
Figura 75 - Patologias no revestimento da cobertura - (a) Presença acentuada de vegetação parasitária; (b) Acumulação de sujidade e telhas partidas	152
Figura 76 - Ausência de isolamento térmico no desvão da cobertura.....	153
Figura 77 - Deterioração dos rufos da cobertura - (a) Na envolvente de uma chaminé; (b) Na envolvente da parede da caixa de escadas	154
Figura 78 - Degradação da impermeabilização dos caleiros.....	155
Figura 79 - Degradação dos materiais e acumulação de verdete e sujidade	156
Figura 80 - Presença de fissuras e destacamento do revestimento cerâmico	157
Figura 81 - Tampo em zinco puro.....	157
Figura 82 - Destacamento do revestimento cerâmico e oxidação dos elementos metálicos de fixação na caixa de escadas	158

Figura 83 - Presença de musgo e degradação da superfície de betão	159
Figura 84 - Presença de fissuração nos bordos da laje de topo da caixa de escadas.....	159
Figura 85 - Destacamento do revestimento cerâmico e oxidação das armaduras de pilar.....	161
Figura 86 - Destacamento do revestimento cerâmico em vários pontos do edifício.....	162
Figura 87 - Fissuração dos revestimentos cerâmicos e das juntas de preenchimento.....	163
Figura 88 - Sinais de infiltrações - (a) Em sala orientada a Sul; (b) Em quarto orientado a Norte; (c) Levantamento termográfico junto ao teto de uma fração	164
Figura 89 - Furo para passagem de tubagens desprotegido e sem conformidade com projeto	165
Figura 90 - Oxidação e corrosão de vários elementos metálicos fixados à fachada.....	166
Figura 91 - (a) Tubo de queda desencaixado; (b) Tubagem de gás oxidada e degradada; (c) Tubo de queda com acessórios degradados e inadequados	167
Figura 92 - Ausência de pendente de escoamento em soleira de janela.....	169
Figura 93 - Fissuração em soleira de janela com acesso para varanda	169
Figura 94 - Sinais de infiltrações na envolvente de vãos envidraçados	170
Figura 95 - Infiltração visível em levantamento termográfico junto a caixilharia	170
Figura 96 - Isolamento do tipo Termoflex para caixa de estores - (a) Representação esquemática; (b) Colocação em obra	171
Figura 97 - Patologias nas guardas das varandas - (a) Madeira degradada e ausência de parte do material de revestimento; (b) Oxidação do gradeamento metálico.....	172
Figura 98 - Patologias nos muretes das varandas - (a) Destacamento do revestimento cerâmico; (b) Descasque da pintura aplicada sobre o reboco	173
Figura 99 - Fissuração ao nível do pavimento de uma das varandas.....	174

Lista de Quadros

Quadro 1 - Principais patologias e causas associadas a coberturas inclinadas com telha cerâmica	44
Quadro 2 - Principais patologias e causas associadas a coberturas inclinadas com telha cerâmica (continuação)	45
Quadro 3 - Principais patologias e causas associadas a coberturas inclinadas com telha cerâmica (conclusão)	46
Quadro 4 – Soluções de reabilitação e medidas preventivas.....	47
Quadro 5 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)	48
Quadro 6 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)	49
Quadro 7 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)	50
Quadro 8 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)	51
Quadro 9 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)	52
Quadro 10 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (conclusão)	53
Quadro 11 – Diferentes tipos de revestimentos de impermeabilização	57
Quadro 12 – Patologias e respetivas causas em coberturas planas	76
Quadro 13 - Patologias e respetivas causas em coberturas planas (continuação).....	77
Quadro 14 - Patologias e respetivas causas em coberturas planas (conclusão).....	78
Quadro 15 – Soluções de reabilitação e medidas preventivas	79
Quadro 16 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)	80
Quadro 17 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)	81
Quadro 18 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)	82
Quadro 19 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)	83
Quadro 20 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)	84
Quadro 21 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)	85
Quadro 22 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (conclusão)	86
Quadro 23 - Principais patologias e causas associadas a paredes de fachada com revestimento cerâmico	100
Quadro 24 - Principais patologias e causas associadas a paredes de fachada com revestimento cerâmico (continuação)	101

Quadro 25 - Principais patologias e causas associadas a paredes de fachada com revestimento em reboco	101
Quadro 26 - Principais patologias e causas associadas a paredes de fachada com revestimento em reboco (continuação)	102
Quadro 27 - Principais patologias e causas associadas a paredes de fachada com ETICS.....	103
Quadro 28 - Principais patologias e causas associadas a paredes de fachada com ETICS (continuação)	104
Quadro 29 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com revestimento cerâmico	107
Quadro 30 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com revestimento cerâmico (continuação)	108
Quadro 31 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com revestimento cerâmico (continuação)	109
Quadro 32 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com revestimento cerâmico (conclusão)	110
Quadro 33 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com revestimento em reboco	111
Quadro 34 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com revestimento em reboco (continuação)	112
Quadro 35 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com ETICS	113
Quadro 36 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com ETICS (continuação)...	114
Quadro 37 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com ETICS (continuação)...	115
Quadro 38 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com ETICS (conclusão)	116
Quadro 39 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para paredes duplas de alvenaria de tijolo	117
Quadro 40 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas relativas a patologias comuns às várias tipologias de paredes de fachada	117
Quadro 41 – Espécies mais utilizadas para o fabrico de caixilharias	122
Quadro 42 - Patologias e respetivas causas comuns aos vários tipos de caixilharias	129
Quadro 43 - Patologias e respetivas causas em caixilharias de madeira	130
Quadro 44 - Patologias e respetivas causas em caixilharias de PVC.....	130
Quadro 45 - Patologias e respetivas causas em caixilharias de alumínio	131

Quadro 46 - Soluções corretivas e medidas preventivas comuns às várias caixilharias	133
Quadro 47 - Soluções corretivas e medidas preventivas comuns às várias caixilharias (continuação)	134
Quadro 48 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de madeira	135
Quadro 49 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de madeira (continuação)	136
Quadro 50 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de madeira (continuação)	137
Quadro 51 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de madeira (conclusão)	138
Quadro 52 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de alumínio	139
Quadro 53 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de alumínio (continuação)	140
Quadro 54 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de alumínio (conclusão)	141
Quadro 55 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de PVC.....	141
Quadro 56 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de PVC (continuação)	142
Quadro 57 - Soluções corretivas e medidas preventivas para vidros	143

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento e motivação

Entre os anos de 2002 e 2011 verificou-se uma ligeira quebra do setor da construção civil no que toca à construção de novos edifícios, ganhando a reabilitação do património edificado uma maior preponderância, sendo que segundo previsões indicadas pelo INE e LNEC, se perspetiva que tal cenário se mantenha idêntico até ao ano de 2021 (P. M. M. da S. Martins, 2013). Um dos fatores que contribuiu para este cenário foi a crise económica que se fez sentir em 2008 e se prolongou durante esse período temporal, o que levou a uma menor possibilidade de investimento imobiliário, traduzindo-se tal facto numa diminuição do número de habitações novas construídas face à menor procura.

Através de um estudo levado a cabo pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) em parceria com o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), verificou-se que entre 1991 e 2001 ocorreu um crescimento progressivo do número de fogos concluídos em construções novas e a estabilização do número de fogos reabilitados, ligeiramente acima dos 2 000 por ano. Contudo, no espaço temporal de 2002 a 2011, assistiu-se a uma diminuição gradual do número de fogos concluídos em construções novas e a um crescimento do número de fogos reabilitados. Embora, ao ano de 2011, existisse um número mais elevado de edifícios novos face aos edifícios reabilitados, perspetiva-se, para a próxima década, uma redução gradual dos primeiros e um aumento continuado do número dos segundos (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013).

A mesma publicação revela que em 2011, ano do último recenseamento, subsistiam no parque habitacional português cerca de 1 000 000 de edifícios que careciam de intervenção devido ao seu estado de conservação. Com base no universo estudado, cerca de 156 312 edifícios (15,6%) apresentavam necessidade de grandes reparações ou encontravam-se já extremamente degradados, constituindo-se como objeto privilegiado para intervenções de reabilitação (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013).

Neste contexto a envolvente exterior dos edifícios, nomeadamente as paredes de fachada, os vãos envidraçados e as coberturas, constituem os principais componentes através dos quais se observa mais facilmente a degradação dos edifícios.

As principais causas que contribuem para tal evidência encontram-se relacionadas com o abandono e a falta de manutenção dos edifícios, por parte dos seus proprietários, o que conduz à má qualidade de vida dos respetivos utentes (Sequeira, 2017). Assim, é fulcral proceder a intervenções de reabilitação em edifícios degradados, permitindo que estes possam voltar a ser utilizados de forma adequada.

Por outro lado a crescente ocupação dos solos, principalmente nos grandes centros urbanos, exige uma maior resposta por parte do setor da reabilitação, uma vez que cada vez mais se torna complexa a construção de novos edifícios devido à falta de terrenos para o efeito. Do mesmo modo, dado que no paradigma atual, o conceito de construção sustentável tem vindo a ganhar protagonismo, tornam-se essenciais as obras de reabilitação, visto que é mais sustentável reabilitar um edifício já existente, do que construir um novo ou demolir um já existente para voltar a construir outro no seu lugar.

Pelos motivos acima referidos é, portanto, de suma importância o estudo de soluções de reabilitação da envolvente dos edifícios, contribuindo assim para a necessária preservação do nosso património construído.

1.2 Objetivos

A presente dissertação tem como um dos objetivos, a caracterização das envolventes mais correntes de edifícios multifamiliares ao nível da região do Vale do Ave, nomeadamente das paredes de fachada, envidraçados e coberturas.

No caso particular da região do País que será abordada na presente dissertação, Vale do Ave, esta é composta por 10 concelhos, sendo estes Fafe, Guimarães, Póvoa de Lanhoso, Póvoa de Varzim, Santo Tirso, Trofa, Vieira do Minho, Vila do Conde, Vila Nova de Famalicão e Vizela.

Estes concelhos por sua vez encontram-se distribuídos por duas NUTS III diferentes, a do Ave e a do Grande Porto (área metropolitana do Porto). Os concelhos de Fafe, Guimarães, Póvoa de Lanhoso, Vieira do Minho, Vila Nova de Famalicão e Vizela pertencem à zona do Ave, os demais mencionados anteriormente estão vinculados à zona do Grande Porto (PORDATA, 2015).

Outro dos objetivos passa pela identificação das principais patologias, e respetivas causas, associadas às soluções construtivas de cada um destes elementos da envolvente exterior e o desenvolvimento de propostas de intervenção e possíveis medidas preventivas, tendo em vista a correção ou eliminação dessas mesmas patologias.

Deste modo, o desenvolvimento do presente trabalho permitirá ficar a conhecer também novas tecnologias construtivas e materiais que permitam, desde logo, mitigar e eliminar a ocorrência de certas patologias, sendo que para tal é essencial que estas sejam bem executadas e corretamente descritas em projeto, procurando, desta forma, melhorar a durabilidade dos elementos construtivos.

De referir também a importância da manutenção e conservação dos edifícios multifamiliares, com o intuito de mitigar a sua degradação ao longo do tempo, sendo que este objetivo só será alcançado com uma informação detalhada conferida a todos os construtores e utilizadores das habitações, sensibilizando-os para esta problemática.

Com este trabalho pretende-se, finalmente, adquirir maior sensibilidade na escolha de soluções construtivas e de métodos de reabilitação, bem como diagnosticar apropriadamente as patologias inerentes à envolvente de edifícios multifamiliares.

1.3 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em nove capítulos principais.

No primeiro capítulo consta uma introdução ao tema da dissertação, com a inclusão da motivação que esteve na origem da escolha do tema do presente trabalho, mas também os objetivos propostos para a realização do mesmo.

O segundo capítulo do documento é relativo à metodologia adotada no decorrer da elaboração da dissertação, onde constam os procedimentos elegidos para a recolha da informação.

No terceiro capítulo é feita uma contextualização construtiva e histórica do parque habitacional português, relevando a proporção de edifícios segundo o número de alojamentos e a sua evolução ao longo dos anos, bem como a sua distribuição por regiões do País. Será ainda efetuada a análise do estado de conservação dos edifícios de habitação portugueses, consoante a necessidade de reparações de pequeno, médio ou grande porte, bem como a evolução do número de novos fogos construídos e de fogos reabilitados ao longo dos últimos três recenseamentos (1991, 2001 e 2011).

O quarto capítulo da dissertação refere-se ao elemento construtivo “cobertura”. Aqui descrevem-se as principais tipologias de coberturas (planas ou inclinadas) e as soluções construtivas mais adotadas para cada caso, bem como a sua distribuição ao longo dos anos e nas várias regiões do País, com particular atenção para a região do Vale do Ave. De seguida serão apresentadas ao pormenor as tecnologias construtivas mais utilizadas em edifícios multifamiliares, descrevendo cada elemento e materiais usualmente empregues na construção.

Por último e ainda no quarto capítulo será efetuado um levantamento das principais patologias e respetivas causas, para cada solução construtiva apresentada anteriormente, assim como possíveis soluções de correção das mesmas, medidas preventivas e ainda a periodicidade recomendada/aconselhada para a execução de ações de manutenção.

Os capítulos cinco e seis contemplam o já referido para o quarto capítulo, alterando-se apenas o elemento construtivo em apreço sendo, nestes casos, as paredes de fachada e envidraçados, respetivamente.

O sétimo capítulo do documento analisa um caso de estudo, como já referido, de um edifício multifamiliar com a envolvente exterior degradada, localizado na cidade de Vila do Conde. Para esse efeito, procede-se ao levantamento das soluções construtivas implementadas no edifício e das várias patologias observáveis para cada um dos três elementos construtivos alvo de estudo. Posteriormente para cada patologia ou conjunto de patologias, indicam-se possíveis soluções de correção para a reabilitação da envolvente exterior do edifício.

No oitavo capítulo revelam-se as principais conclusões retiradas da elaboração do trabalho desenvolvido, bem como do conhecimento adquirido.

Já no nono, e último capítulo, são abordados possíveis desenvolvimentos futuros acerca do tema relacionado com a presente dissertação.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada na presente dissertação baseou-se inicialmente na consulta de dados estatísticos referentes a um artigo publicado em 2013, redigido pelo INE e LNEC, onde constam dados relativos aos vários recenseamentos gerais da habitação até ao ano de 2011, inclusive.

Apesar de os dados estatísticos analisados não estarem atualizados, foram aqueles que se encontravam disponíveis à data da realização deste documento, visto que o último recenseamento geral da habitação ocorreu em 2021, e por essa razão apenas seria possível consultar um conjunto muito reduzido de dados provisórios e que ainda não se encontravam estatisticamente tratados. No entanto e embora os dados remontem a 2011, o referido artigo apresenta várias previsões para o ano de 2021 relativas aos elementos expostos.

Para o efeito foram abordados os dados relativos ao estado de conservação do parque habitacional português em todo o território nacional, com particular foco na Região do Vale do Ave, mas também um conjunto de elementos que permitiram contextualizar o setor da reabilitação ao nível da construção civil e o seu crescimento no decorrer dos anos.

Para a identificação das principais tipologias construtivas adotadas na Região do Vale do Ave, para além dos dados estatísticos e bibliografia consultada, procedi à observação de edifícios já construídos e/ou reabilitados, nomeadamente nos concelhos de Vila do Conde, Póvoa de Varzim e Trofa.

Como complemento à informação recolhida relativa às soluções construtivas mais correntes, conversei com alguns responsáveis de empresas de construção e reabilitação da região, bem como subempreiteiros das áreas específicas abordadas ao longo do documento, nomeadamente serralheiros, carpinteiros, pintores, técnicos de impermeabilização e pessoas ligadas ao assentamento de telhas cerâmicas em coberturas inclinadas.

Para além das tipologias correntemente adotadas na Região optou-se pela inclusão de algumas soluções construtivas que pese embora não sejam, ainda, muito implementadas aos dias de hoje, são do ponto de vista da reabilitação particularmente interessantes para o tratamento e solucionamento das patologias que ocorrem com maior frequência, como infiltrações, condensações ou humidades e pontes térmicas.

Face ao elevado número de soluções construtivas e diversidade de materiais tipicamente empregues na região, foram selecionadas apenas algumas das tipologias construtivas mais representativas, sendo que dificilmente num trabalho desta natureza poderia esgotar todas as existentes.

No que concerne às várias patologias incluídas na dissertação, estas resultaram das reuniões com várias empresas e técnicos do setor da construção e reabilitação, que relataram as principais patologias com que normalmente se deparam, bem como as soluções que por norma são adotadas para a sua correção.

Para o efeito foram também consultados os elementos bibliográficos referidos no final do documento e alguns catálogos de fabricantes de materiais.

Com o intuito de conferir uma vertente mais prática ao trabalho desenvolvido, foi analisado um caso de estudo, referente a um edifício multifamiliar com a envolvente exterior degradada e a necessitar de trabalhos de reabilitação.

Para tal foi inicialmente efetuada uma caracterização construtiva da cobertura, paredes de fachada e envidraçados, com o intuito de conhecer com a maior exatidão possível as soluções construtivas implementadas, algo que foi possível através da conversa com alguns moradores que há mais tempo habitavam no edifício, visto que não foi possível aceder às plantas e projeto do mesmo.

De seguida efetuou-se um levantamento fotográfico das patologias diretamente relacionadas com estes três elementos construtivos, para que posteriormente fosse possível a sua análise mais detalhada na dissertação.

Por último, e para a formulação de possíveis medidas de correção e reabilitação das patologias identificadas, foram consultadas algumas empresas de reabilitação e também fabricantes de materiais, a fim de obter soluções adequadas e passíveis de serem implementadas no edifício em questão.

3.CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL PORTUGUÊS

Por definição um edifício multifamiliar é concebido com o intuito de albergar mais do que uma família, ou seja, em termos técnicos é um edifício composto por vários fogos ou alojamentos.

De acordo com uma publicação intitulada “O parque habitacional e a sua reabilitação – análise e evolução 2001-2011” e redigida pelo INE e LNEC, em 2011 existiam em Portugal cerca de 3,5 milhões de edifícios destinados a habitação (Figura 1), sendo que a grande maioria eram unifamiliares (1 alojamento).

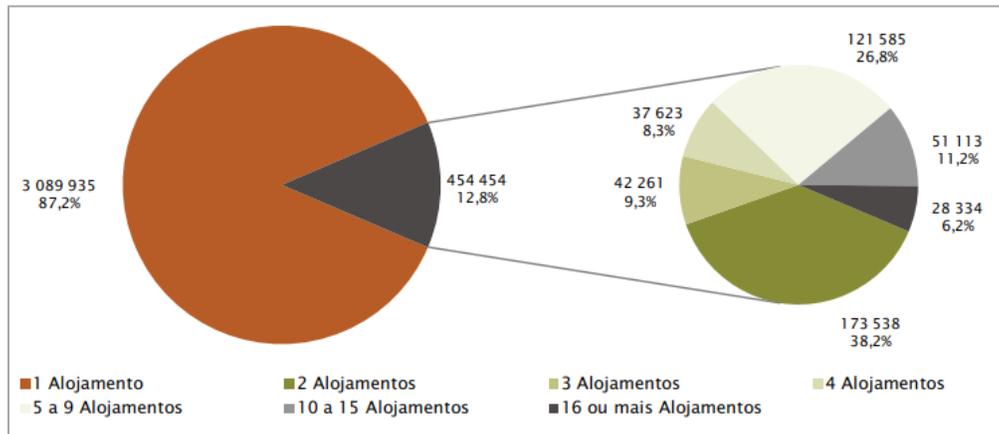


Figura 1 - Número de edifícios segundo o número de alojamentos em 2011 (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

Deste modo a proporção de edifícios multifamiliares, ou seja, os que contemplam dois ou mais alojamentos correspondia a 12,8% da totalidade do universo, destacando-se de forma mais expressiva os compostos por 2 alojamentos (38,2%) e os de 5 a 9 alojamentos (26,8 %) (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013).

Com base nos dados recolhidos nos recenseamentos gerais da habitação de 1991, 2001 e 2011, é também possível observar um crescimento continuado do número de edifícios multifamiliares a nível nacional, pese embora se tenha verificado uma pequena quebra entre os anos de 2001 e 2011 (Figura 2).

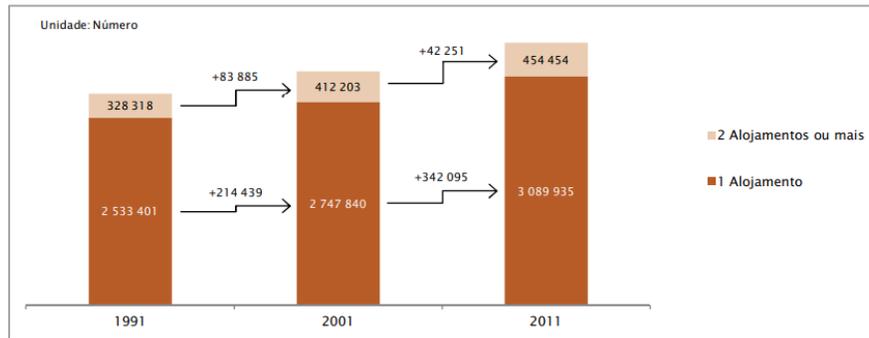


Figura 2 - Evolução do número de edifícios unifamiliares e multifamiliares durante o intervalo temporal de 1991 a 2011 (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

Outro dado relevante é o facto de a maior proporção de edifícios multifamiliares se encontrar nas regiões com um maior número de habitantes (Figura 3), como por exemplo o Grande Porto (24,6%), a Grande Lisboa (39,3%) e a Península de Setúbal (22,7%) (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013).

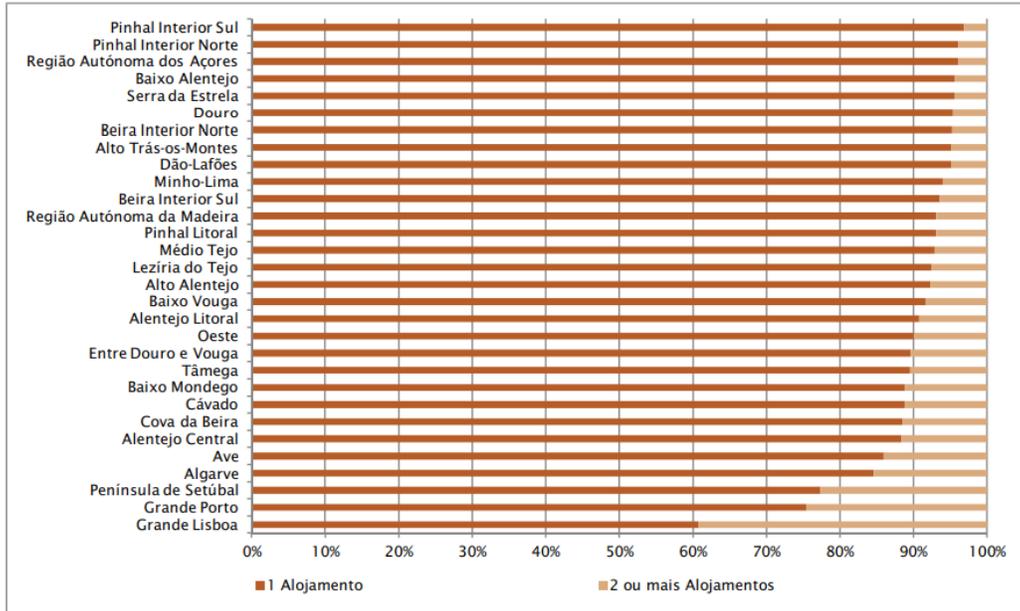


Figura 3 - Distribuição, por NUTS III, dos edifícios unifamiliares e multifamiliares em 2011 (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

Uma justificação plausível para a observação deste facto é a grande urbanização que estas regiões evidenciam, derivada do crescimento populacional ao longo dos anos.

Deste modo devido a uma ocupação dos solos muito acentuada terá surgido a “necessidade” de construir em altura, permitido o alojamento de um maior número de agregados familiares num só edifício, promovendo assim a construção de um maior número de edifícios multifamiliares nestes grandes centros urbanos. Deste modo é igualmente possível não comprometer as áreas florestais, agrícolas, ou qualquer outro tipo de reserva, transformando-as em áreas de construção, preservando mais o ambiente e deixando espaços livres para o desenvolvimento de outros setores.

Para além disso consegue-se um maior aproveitamento da rede de infraestruturas existente (águas pluviais, saneamento, arruamentos, gás, telecomunicações e abastecimento de água), otimizando os gastos com a construção de edifícios multifamiliares, servindo assim mais habitantes por metro linear de infraestruturas.

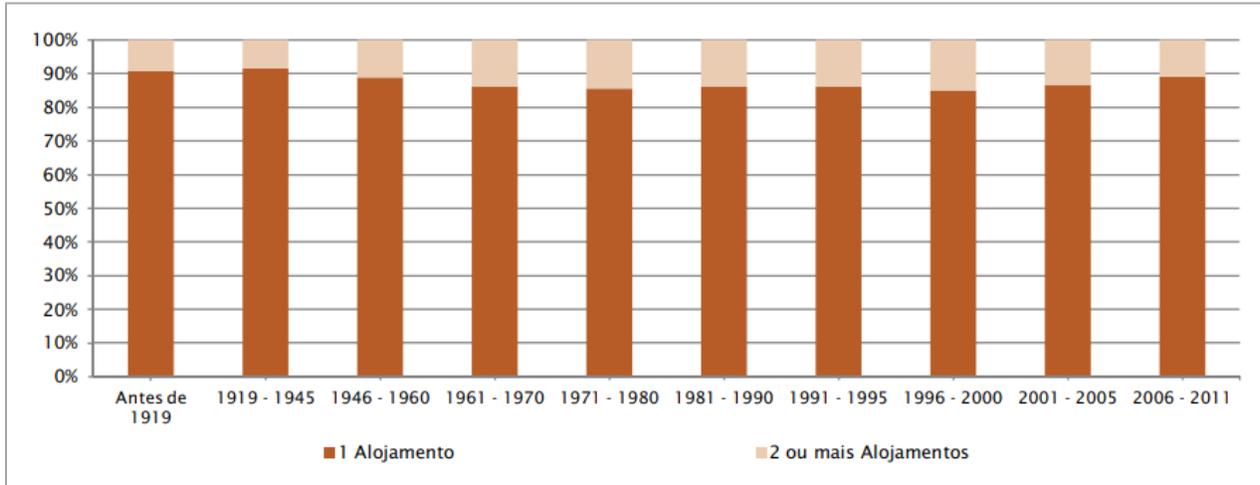


Figura 4 - Distribuição, por época de construção, do número de edifícios unifamiliares e multifamiliares (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

Através da análise da Figura 4, pode constatar-se o anteriormente referido, ou seja, apesar de se ter registado uma diminuição da proporção dos edifícios multifamiliares construídos entre os anos de 1946 e 1960 e entre 1961 e 1970, o cenário foi invertido a partir dos anos 2000, com um aumento dos mesmos comparativamente a épocas anteriores.

Outro dado pertinente está relacionado com o número de pisos dos edifícios de habitação construídos até ao ano de 2011 (Figura 5). Verifica-se que quase todos os edifícios com apenas um piso são referentes a edifícios unifamiliares (1 alojamento), correspondendo a uma proporção de 97,5% do universo, o que seria expectável (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013).

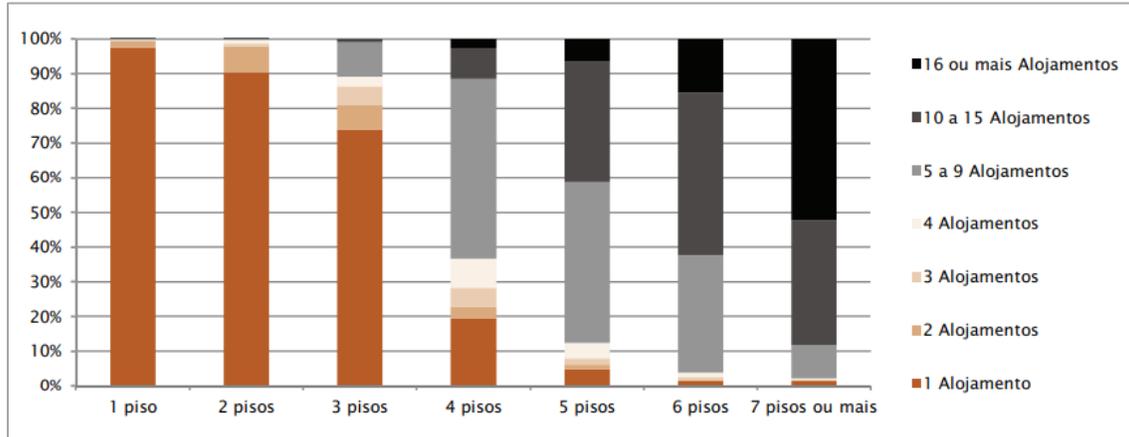


Figura 5 - Distribuição dos edifícios de habitação portugueses por número de alojamentos e número de pisos em 2011 (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

Por outro lado, com o aumento do número de pisos, esta proporção diminui progressivamente (Figura 5), passando a ser quase residual em edifícios com mais de cinco pisos (1,3%), sendo notável o aumento do número de alojamentos com o número de pisos, ou seja, um maior número de pisos contempla um maior número de alojamentos (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013).

Outros dados estatísticos permitem compreender o estado de conservação dos edifícios do parque habitacional português, através das necessidades de reparação dos elementos da envolvente exterior destes, nomeadamente a cobertura, paredes de fachada e caixilharias.

De acordo com os dados presentes na Figura 6, referentes ao ano de 2011, constata-se que na generalidade uma grande proporção dos edifícios habitacionais (71,1%) não evidencia sinais de degradação que imponham a necessidade de se procederem a trabalhos de reparação ou reabilitação.

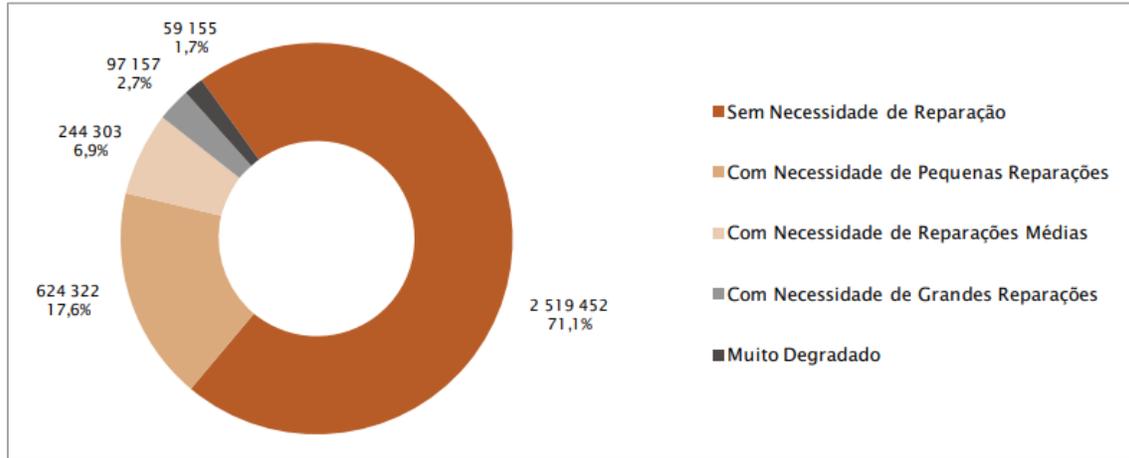


Figura 6 - Distribuição dos edifícios de habitação portugueses segundo o seu estado de conservação em 2011 (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

Averigua-se também que a proporção de edifícios com necessidade de reparações diminui à medida que aumenta a gravidade da degradação observada, ou seja, eram mais os edifícios a precisar de pequenas intervenções do que médias, e assim sucessivamente (Figura 6).

Pela análise da Figura 7 é possível averiguar a importância e a recente evolução do paradigma da reabilitação de edifícios habitacionais em Portugal. Como é possível atentar, entre os anos de 2001 e 2011 observou-se uma melhoria generalizada do estado de conservação dos edifícios, ocorrendo um aumento de 34,8 % (+651 110) de edifícios sem necessidades de reparação e uma clara redução das mais variadas necessidades de reparação, quer fossem pequenas, médias ou grandes. Do mesmo modo, o número de edifícios que evidenciavam um variado e extenso leque de patologias, ou seja, que se encontravam muito degradados, também diminuíram na proporção em cerca de 36% (-33 210).

Não obstante a notória melhoria do estado de conservação do parque habitacional português, no ano de 2011 ainda subsistiam cerca de 1 milhão de edifícios (1 024 937) a necessitarem de intervenções de reparação, revelando a inevitabilidade de um olhar mais atento sobre a importância da reabilitação a nível nacional.

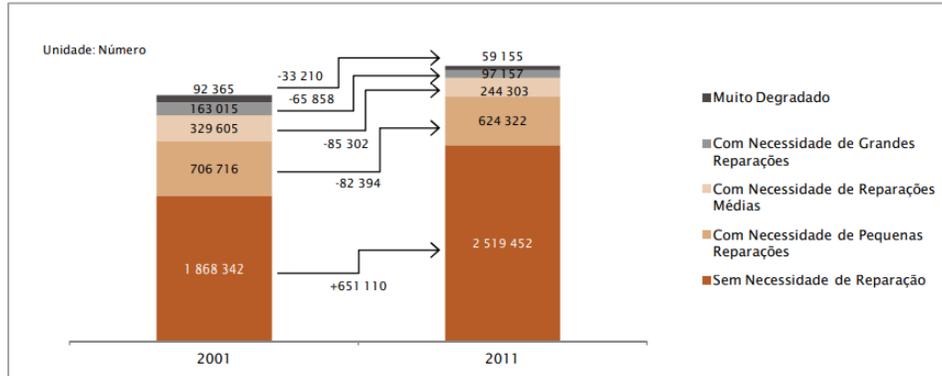


Figura 7 - Evolução do estado de conservação do parque habitacional português de 2001 para 2011 (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

Verifica-se ainda uma distribuição uniforme do estado de conservação dos edifícios do parque habitacional em todas as regiões do País (Figura 8).

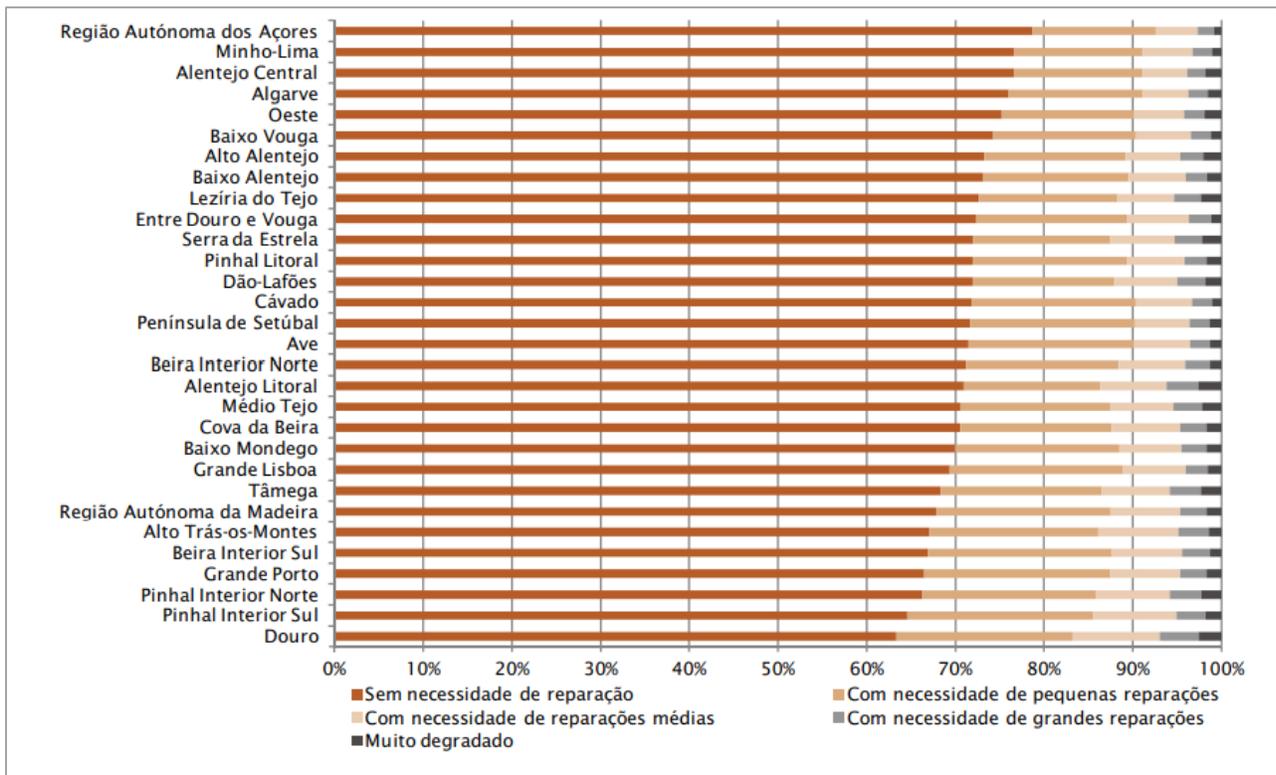


Figura 8 - Estado de conservação do parque habitacional português, por NUTS III, em 2011 (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

Outra conclusão possível de retirar é o facto de os edifícios unicamente destinados à habitação possuírem um melhor estado de conservação e conseqüentemente uma menor necessidade de intervenções de reabilitação, comparativamente com edifícios mistos (habitação e comércio, serviços, etc.), embora a proporção não seja muito significativa, é notória e permite estabelecer algumas causas para uma maior e mais rápida degradação de certo tipo de edifícios (Figura 9).

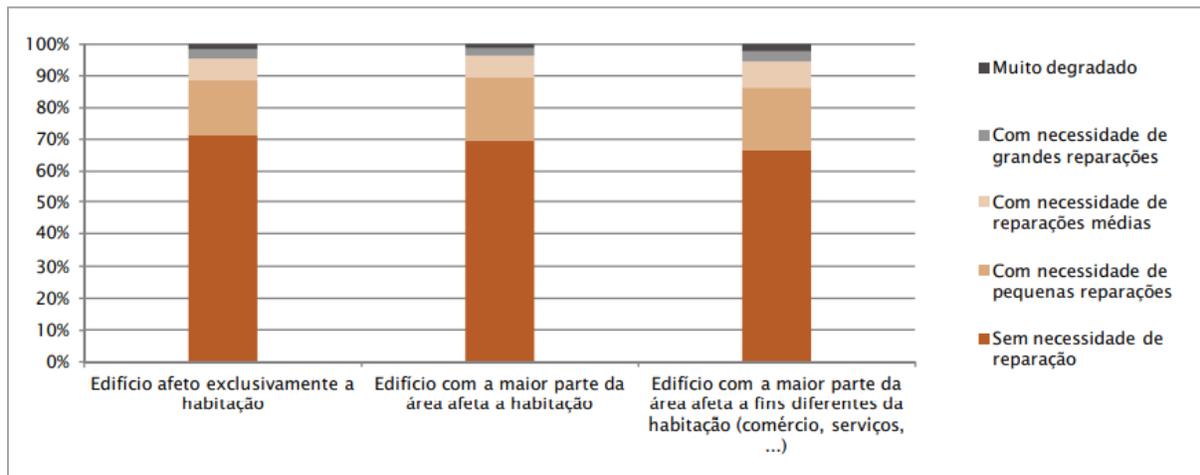


Figura 9 - Estado de conservação do parque edificado português, por tipo de utilização, em 2011 (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

Com base nos seguintes dados, é também possível concluir que a temática da reabilitação no setor da construção civil tem vindo a ganhar uma preponderância cada vez maior em Portugal, principalmente entre 2002 e 2011, o que contribuiu para uma redução do número de edifícios devolutos e degradados durante este período temporal (Figura 10).

Constata-se que o estado de conservação dos edifícios do parque habitacional português tem vindo a melhorar de forma contínua ao longo do referido período temporal, mas também continuamente ao longo dos anos subsequentes a 1919, prevendo-se que tal evidência se manifeste igualmente entre os anos de 2011 e 2021 (Figura 10).

Dos edifícios habitacionais construídos até ao ano 1919, a proporção daqueles que não necessitavam de reparações foi de cerca de 38%, verificando-se um aumento exponencial dos mesmos entre os anos de 2001 e 2011, com uma proporção de 95%. Igualmente o número de edifícios considerados muito degradados atingiu em anos anteriores a 1919 uma proporção aproximada de 11%, porém diminuiu drasticamente sendo quase irrelevante a partir de 1990 (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013).

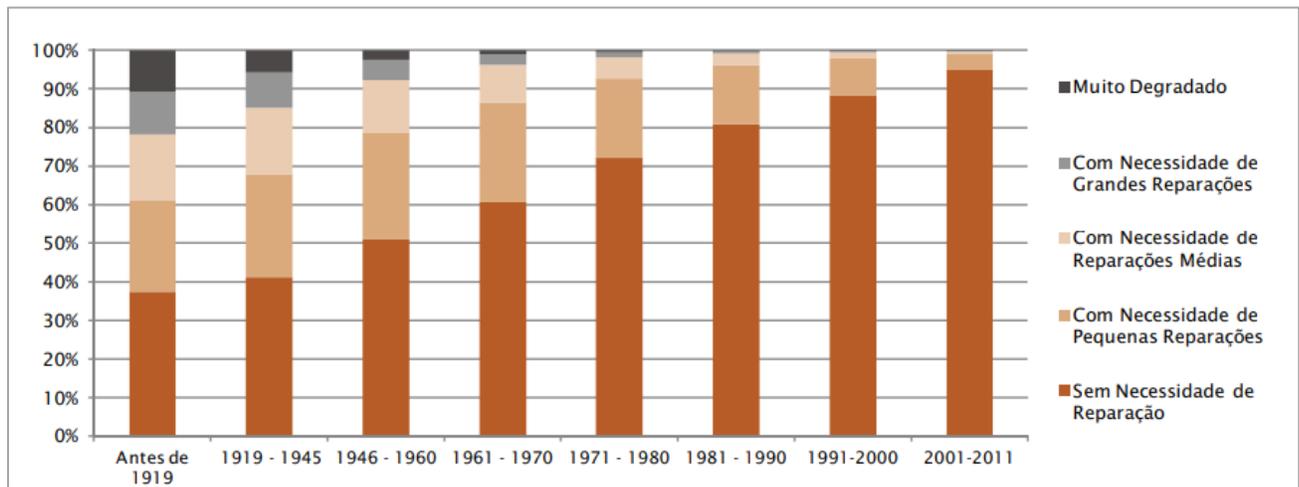


Figura 10 - Estado de conservação do parque habitacional português por época de construção (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

Outro aspeto relevante para averiguar o estado de conservação de um edifício habitacional está diretamente relacionado com a forma de ocupação dos alojamentos (Figura 11).

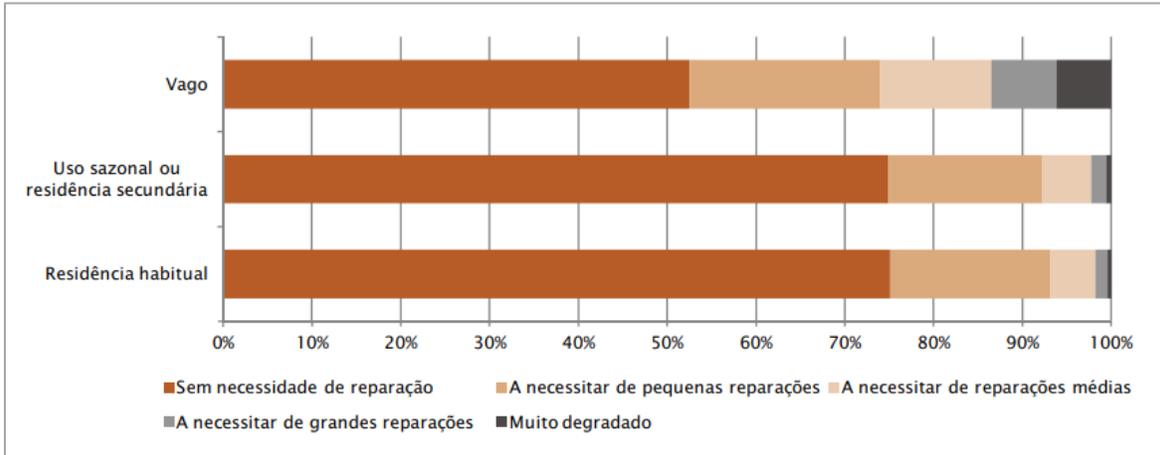


Figura 11 - Distribuição dos alojamentos familiares, de acordo com o seu estado de conservação e forma de ocupação, em 2011 (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

Em 2011 os edifícios com um pior estado de conservação e a necessitar de um maior número de intervenções de reabilitação correspondem aos alojamentos vagos, o que em parte pode ser explicado pelo facto de a ausência de ocupação por parte de pessoas leve a uma inexistente manutenção e cuidado dos mesmos, agravando e estabelecendo novas patologias que não sendo tratadas acabam por deteriorar os elementos da envolvente exterior e interior destes.

Pelo contrário os edifícios habitacionais compostos por alojamentos de residência habitual ou sazonal apresentam um melhor estado de conservação com uma proporção bastante idêntica.

Destes alojamentos cerca de 75% não necessitavam de operações de reparação e apenas 2% precisavam de grandes reparações ou encontravam-se muito degradados (Figura 11).

Através da análise da Figura 12, verifica-se um ligeiro crescimento do número de edifícios reabilitados face à construção nova, embora esta última continue a ser significativamente superior.

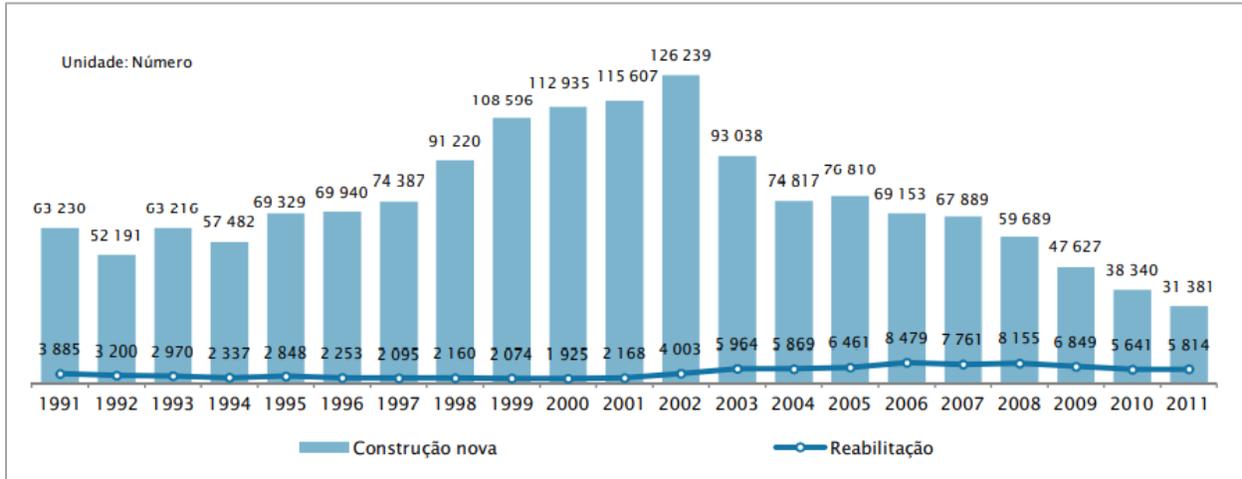


Figura 12 - Número de fogos concluídos em obras de construção nova e reabilitação (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

Analisando ao pormenor a Figura 12 é observável que entre os anos de 1991 e 2011 se denotam duas fases distintas da evolução da construção nova e da reabilitação. Numa primeira fase, que contempla o período temporal entre os anos de 1991 e 2001, verificou-se um crescimento progressivo do número de fogos concluídos em construções novas de edifícios de habitação e uma manutenção e estagnação do número de edifícios reabilitados, sempre ligeiramente superiores aos 2000 fogos por ano. No período subsequente, entre 2002 e 2011 constatou-se uma diminuição gradual e significativa do número de fogos concluídos em construções novas e um crescimento mais acentuado do número de fogos reabilitados, até ser atingido um pico em 2008, decaindo a partir daí, mas mantendo-se sempre um número de fogos reabilitados superior a 5000 por ano (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013).

Deste modo verifica-se o crescimento do setor da reabilitação de edifícios ao longo do tempo, assumindo este um papel cada vez mais importante no ramo da construção civil.

É, portanto, igualmente importante um conhecimento aprofundado das manifestações patológicas que se evidenciam nos nossos edifícios de habitação, com o intuito de proceder ao seu tratamento, recuperando o património construídos e dando uma nova vida a estas construções.

Por último e como base dos dados analisados no presente capítulo é importante mencionar que para o tratamento estatístico a que se referem os vários gráficos apresentados foi adotado um critério de análise com ponderações e seguindo uma classificação do estado de conservação dos edifícios do parque habitacional português em necessidades de reparação “pequena”, “médias”, “grandes” ou “muito grandes” (Figura 13). É com base neste parâmetros escolhidos que se pode concluir que o estado de conservação dos imóveis habitacionais tem vindo a melhorar bastante ao longo dos anos, encontrando-se atualmente num estado bastante satisfatório de conservação (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013).

Esta evolução favorável também se deve a outros fatores, tais como a melhoria da qualidade de vida das pessoas, associada a um maior rendimento económico, bem como aos avanços tecnológicos relacionados com os materiais e a própria construção, o quadro legal que tem exigido cada vez mais um aumento da qualidade no setor da construção, os incentivos fiscais para a reabilitação de edifícios habitacionais, o maior conhecimento por parte dos consumidores, adquirido através do acesso mais facilitado à informação e o facto de existir uma maior intervenção dos profissionais de arquitetura e engenharia na conceção e construção das habitações.

Elementos do edifício	Necessidade de reparações			
	Pequenas	Médias	Grandes	Muito Grandes
Na cobertura	Telhado sujo ou algumas telhas danificadas; Sistema de drenagem com funcionamento deficiente (entupimentos, rupturas).	Telhados com as águas deformadas; Telhas partidas ou porosas, havendo infiltrações; Fissuras em pavimentos de cobertura em terraço; Ocorrência de infiltrações generalizadas em caleiras e algerozes.	Grandes áreas do telhado deformado e sujo; Estrutura do telhado apodrecida ou corroída de forma generalizada; Necessidade de substituição integral das telhas ou outros elementos de revestimento do telhado ou do dispositivo de impermeabilização do terraço; Sistema de drenagem inexistente ou totalmente inoperacional (irrecuperável).	Grande área do telhado sem cobertura; Material de revestimento levantado com grandes infiltrações.
Nas paredes e caixilharia exteriores	Revestimentos empolados/sujidade; Ocorrência pontual de deficiências em caixilharias ou alguns vidros partidos.	Ausência de pintura em grandes áreas; Existência de grande diversidade de revestimentos denotando reparações defeituosas anteriores; Apodrecimento localizado dos revestimentos (normalmente junto às coberturas); Caixilharia com deficiências notórias.	Revestimentos degradados ou empolados em alguns locais; Fissuras e ausência de reboco em algumas áreas; Revestimentos apodrecidos e em desagregação; Elementos decorativos partidos e/ou deslocados em risco de queda; Caixilharia quase totalmente inoperacional; Caixilharia de marquises enfolada ou com muitos vidros partidos.	Reboco inexistente, empolado ou fissurado em grandes áreas; Cantaria de ornamentação de vãos fissurada e caixilharia a substituir totalmente.

Figura 13 – Classificação das necessidades de reparação em edifícios habitacionais (adaptado de (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013))

Denota-se que existe uma maior preocupação por parte das pessoas em zelar e cuidar da habitação, tendo tal evidência muito a ver com o facto de em Portugal, uma grande parte dos imóveis serem propriedade dos seus ocupantes não tendo os imóveis de aluguer um peso significativo.

4. ELEMENTO CONSTRUTIVO “COBERTURA”

4.1 Enquadramento

Para o diagnóstico e tratamento de patologias em coberturas de edifícios de habitação, é primeiramente necessário conhecer as tipologias construtivas adotadas em cada região do território nacional e mais concretamente na Região do Vale do Ave, sobre a qual incidirá o estudo efetuado no presente documento.

Através da análise de dados estatísticos relativos ao recenseamento geral da população portuguesa em 2011, concluiu-se que os edifícios de habitação eram compostos maioritariamente por coberturas inclinadas revestidas a telhas cerâmicas ou de betão, perfazendo um total de 93,1% do universo (3 299 939), seguindo-se as coberturas planas, ou em terraço, que correspondem a 3,0% (105 563), como se pode verificar na Figura 14 (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013).

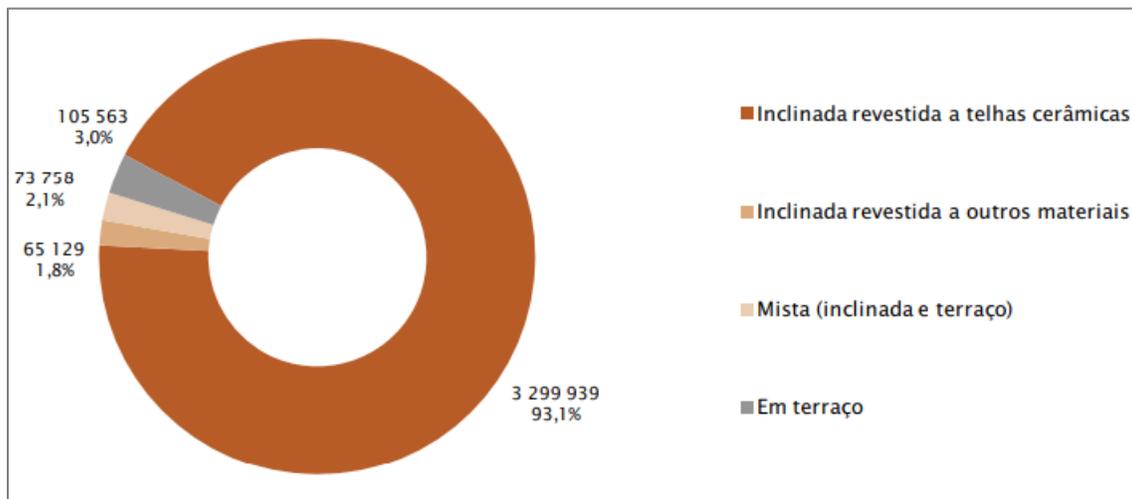


Figura 14 - Distribuição dos edifícios habitacionais segundo o tipo de cobertura em 2011 (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

As demais tipologias construtivas contemplam as coberturas mistas (inclinação e terraço) e as inclinadas revestidas a outros materiais que não as telhas cerâmicas (Figura 14).

Pela análise da Figura 15, regista-se igualmente um aumento do número de habitações que adotam como solução construtiva as coberturas inclinadas revestidas a telha cerâmica e as coberturas planas, embora estas últimas ainda numa escala reduzida.

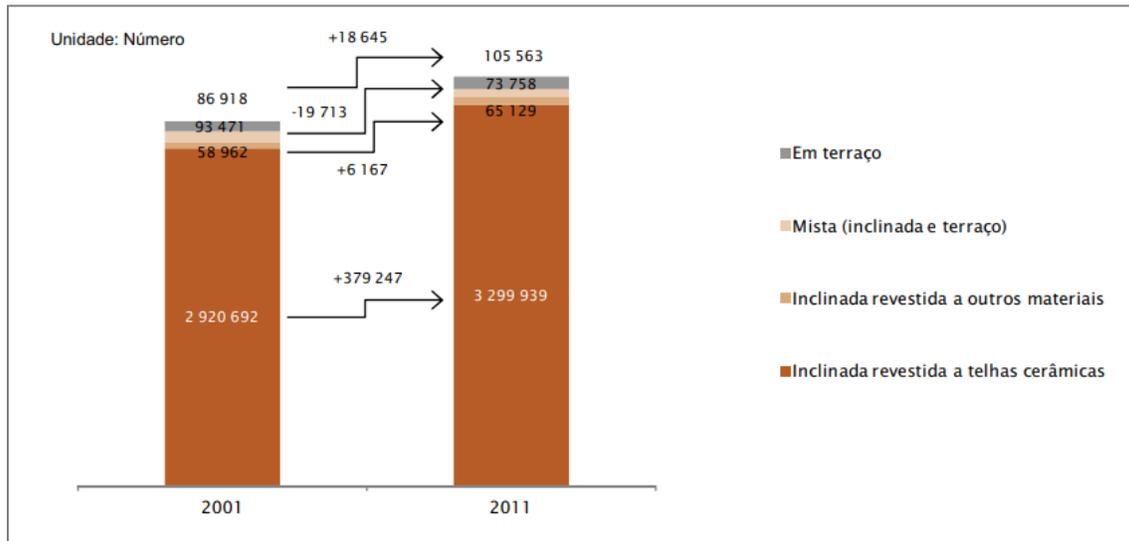


Figura 15 - Evolução do número de edifícios habitacionais segundo o tipo de cobertura (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

É portanto possível constatar que em edifícios habitacionais as tipologias de coberturas inclinadas revestidas a telhas cerâmicas e as coberturas em terraço se afiguram como as mais representativas do parque habitacional português, manifestando-se o aumento crescente de novos edifícios que integram uma destas tipologias.

Apesar do último Recenseamento Geral da Habitação ter sido efetuado em 2021, e por essa razão ainda não existirem dados mais atualizados, devido a não estarem ainda disponíveis para consulta, consta no entanto no artigo elaborado pelo INE e LNEC em 2013, uma previsão relativa ao ano de 2021, que refere um novo aumento das habitações com coberturas inclinadas revestidas a telhas cerâmicas e das coberturas em terraço, praticamente em todas as Regiões do País, figurando-se em todas elas como as soluções

construtivas mais utilizadas (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013).

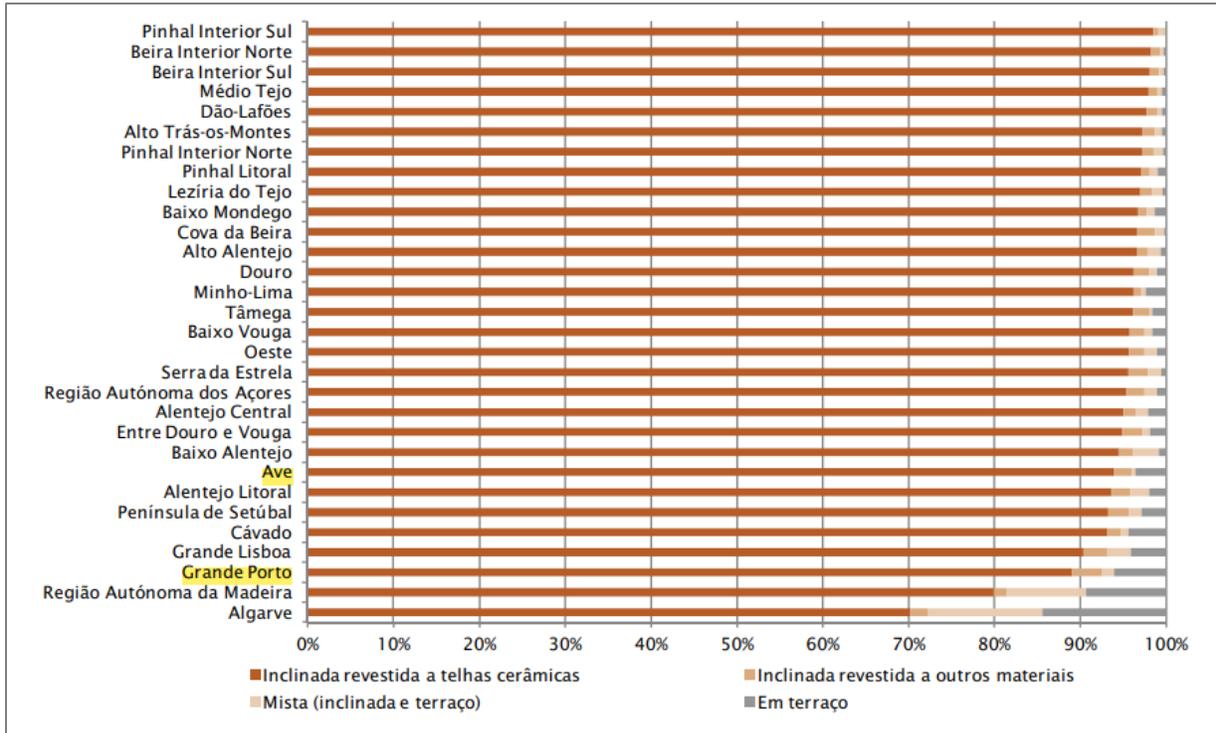


Figura 16 - Distribuição, por NUTS III, dos edifícios habitacionais segundo o tipo de cobertura (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

Conclui-se então que nos concelhos pertencentes à Região do Vale do Ave, os edifícios de habitação são também eles essencialmente dotados de coberturas inclinadas revestidas a telhas cerâmicas e coberturas em terraço (Figura 16).

Observando os dados presentes na Figura 17, verifica-se que a proporção de edifícios com cobertura inclinada revestida a telha cerâmica diminuiu ligeiramente nos edifícios com época de construção mais recente, não obstante continua a ser a solução construtiva mais adotada em todas as regiões do País. Nos edifícios anteriores a 1919 este tipo de cobertura representava 97,2%, diminuindo de forma progressiva até

88,1% nos edifícios construídos entre 2001 e 2011 (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013).

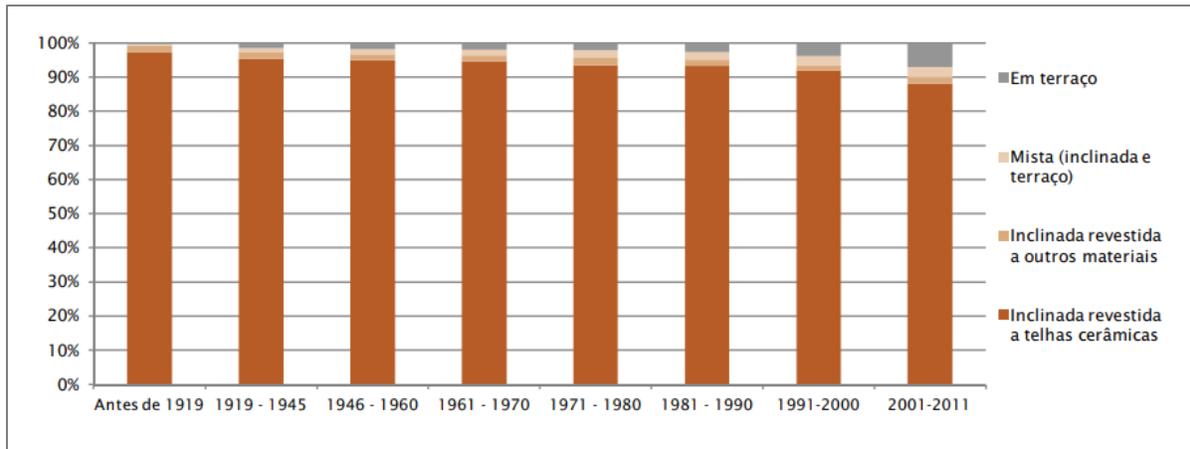


Figura 17 - Distribuição, por época de construção, dos edifícios habitacionais portugueses segundo o tipo de cobertura (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

Em contrapartida constata-se que a proporção de edifícios com cobertura em terraço aumentou nos edifícios com época de construção mais recente. Em edifícios anteriores a 1919 este tipo de cobertura representava cerca de 0,3%, aumentando até um valor de 7,0% nos edifícios construídos entre 2001 e 2011.

Através da Figura 18 é ainda possível constatar um facto facilmente observável, relacionado com o tipo de solução construtiva adotada para as coberturas consoante o número de pisos dos edifícios habitacionais.

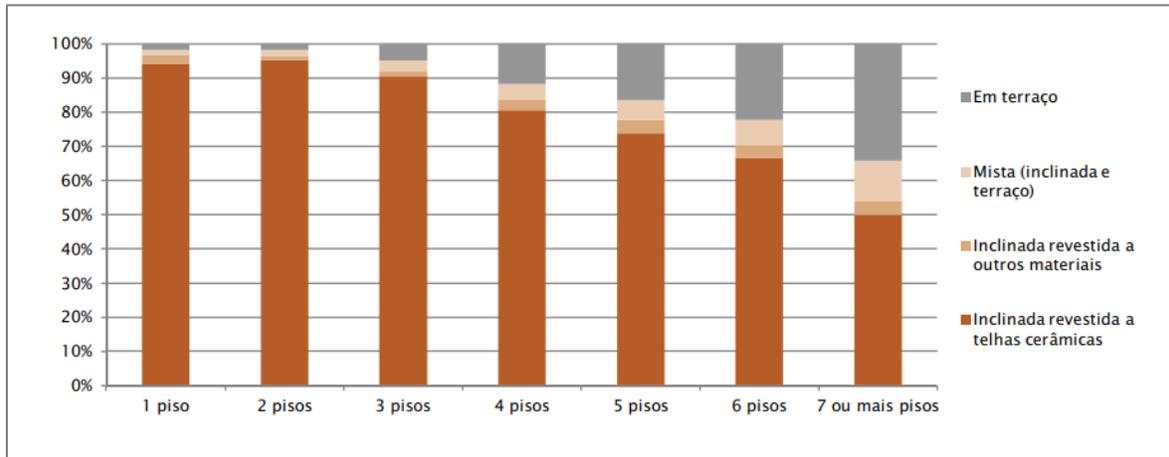


Figura 18 - Distribuição, por número de pisos, dos edifícios habitacionais portugueses segundo o tipo de cobertura (reproduzido de Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013)

Quanto maior o número de pisos de um dado edifício, normalmente tendem a adotar-se mais as soluções em cobertura plana, sendo de notar que os dados recolhidos remontam ao ano de 2011 e em anos mais recentes já se veem muitas coberturas de edifícios unifamiliares de um ou dois pisos com coberturas em terraço não deixando, ainda assim, as coberturas inclinadas revestidas com telha cerâmica de ser as mais empregues em edifícios habitacionais portugueses. Tal deve-se igualmente a requisitos regulamentares, normalmente definidos pelos municípios, onde se definem cêrceas e volumes de construção. Para a mesma cêrcea máxima e volume de construção, a opção por cobertura inclinada poderá implicar a redução de um piso habitável ao edifício, algo que não é permitido em muitos municípios.

No presente capítulo referente às coberturas de edifícios multifamiliares abordar-se-ão então as duas tipologias mais correntes, a de cobertura inclinada revestida a telha cerâmica e a plana ou em terraço.

Serão apresentadas as principais camadas que compõem cada uma destas duas soluções construtivas, bem como os materiais mais utilizados nestas. Posteriormente será efetuado um levantamento das principais patologias e subseqüentes causas para cada uma destas tipologias de cobertura, bem como possíveis soluções de correção e medidas preventivas.

4.2 Cobertura inclinada revestida com telha cerâmica

Em Portugal o revestimento de coberturas inclinadas com recurso a telhas cerâmicas encontra-se enraizado desde há muitos anos, já que foram fortemente utilizadas na construção de edifícios pelo Romanos que, aquando da sua ocupação na Península Ibérica, promoveram esta solução construtiva em grande escala.

Tal cenário verifica-se ainda nos dias de hoje, já que os materiais cerâmicos apresentam uma abundância assinalável de matéria-prima na natureza, inclusive em território nacional com inúmeras reservas de argila ativas, mas também por serem elementos de fácil produção e manuseamento, apresentando ainda uma aplicabilidade e adaptabilidade a diferentes meios (Pedro Lourenço & Branco, 2012).

Outro fator importante que permite às telhas cerâmicas continuarem a ser tão adotadas em coberturas inclinadas de edifícios habitacionais é a constante evolução que têm vindo a sofrer com o decorrer dos anos e das novas tecnologias, conduzindo a uma adaptação às exigências dos tempos modernos cada vez mais eficaz.

A qualidade das telhas cerâmicas, nomeadamente do ponto de vista das suas características físicas, tem evoluído bastante verificando-se muito menos problemas durante o fabrico, como empenos, e uma melhoria significativa da resistência mecânica e da impermeabilidade do produto final (Dias et al., 2020).

Inclusivamente é também verificável uma evolução relativamente ao potencial estético deste tipo de revestimento, sendo possível nos dias de hoje observar uma gama ampla de modelos, cores, formas e texturas.

Do ponto de vista da reabilitação, as coberturas inclinadas com revestimento em telha cerâmica podem apresentar normalmente um leque diversificado de patologias que usualmente se encontram ligadas a erros de execução em obra, bem como de soluções construtivas desajustadas e aplicações deficientes ou inadequadas de certos acessórios.

Nos seguintes subcapítulos apresenta-se a constituição “tipo” de uma cobertura inclinada com telha cerâmica, com uma descrição geral de todos os elementos que a constituem, bem como os materiais usualmente empregues na sua execução.

4.2.1 Estrutura de Suporte

A estrutura de suporte tem como principal objetivo alicerçar o revestimento escolhido para a cobertura, permitindo a formação de um painel contínuo de telhas com o intuito de reduzir o número de apoios estabelecidos na estrutura principal do edifício e garantir uma adequada estanquidade (P. T. da Rocha, 2008).

Assim sendo, este elemento apresenta uma grande relevância a nível estrutural para um edifício, já que é responsável por proporcionar a transferência de peso entre as ripas de apoio das telhas e as paredes ou vigas do edifício (P. T. da Rocha, 2008).

Para o efeito, a estrutura de suporte de uma cobertura deve ser dimensionada de forma rigorosa tendo em conta, não só o peso próprio da telha escolhida mas também as cargas a que estará sujeita, nomeadamente a força exercida pelo vento e dependendo da região climática, a ação da neve.

Deste modo, as ações do vento ou sísmicas requerem que as estruturas de suporte de uma cobertura incluam na sua conceção soluções de contraventamento, para que seja assegurada a estabilidade estrutural do edifício (Pereira, 2011).

Por último, importa mencionar que as estruturas de suporte de uma cobertura podem ser executadas e concebidas em diferentes materiais, sendo as mais comuns as estruturas em madeira, betão armado e perfis metálicos, as quais serão abordadas de seguida.

Em madeira

Os principais elementos que constituem uma estrutura de suporte deste tipo são as ripas, varas, madres e asnas, sendo que existem também estruturas de suporte em vigas, sem a necessidade de existirem asnas.

Começando pelas ripas, estas são elementos com dimensões normalmente reduzidas (2,5 cm por 5,0 cm), vencem vãos pequenos e a sua principal função é suportar o revestimento da cobertura, neste caso as telhas

cerâmicas, sendo que o espaçamento entre estas dependerá do tipo e tamanho das telhas adotadas (Almeida, 2018).

As varas, por sua vez, formam uma estrutura secundária que tem por objetivo apoiar e suportar o ripado da cobertura, sendo por isso elementos com secção transversal superior e por conseguinte mais resistentes (P. T. da Rocha, 2008).

Já as asnas são normalmente compostas por um elemento horizontal, designado por linha, por duas pernas inclinadas que permitem formar a vertente da cobertura, por um elemento vertical o qual se designa por pendural e ainda por duas escoras inclinadas que permitem estabelecer a ligação entre as pernas e o pendural (M. A. C. Lopes, 2007). Contudo, quanto maior a dimensão dos vãos, maior será o número dos elementos anteriormente referidos, ou seja, pode existir mais que um pendural e duas pernas ou escoras inclinadas.

As asnas são por isso componentes que apresentam uma geometria triangular, o que permite vencer vãos maiores e suportar as madres, sendo que o grau de complexidade da sua geometria será tanto maior quanto maior for o vão a vencer (T. F. R. M. Martins, 2010).

Por último, temos as madres que são elementos que assentam sobre as pernas das asnas e estabelecem a ligação entre estas para que funcionem do ponto de vista estrutural como um elemento coletivo e não individual, constituindo também um apoio à estrutura secundária (M. F. J. Moreira, 2009). As madres são por norma o elemento mais rígido da estrutura de suporte de uma cobertura e encontram-se dispostas horizontalmente com a perspectiva de vencer os vãos entre as asnas.

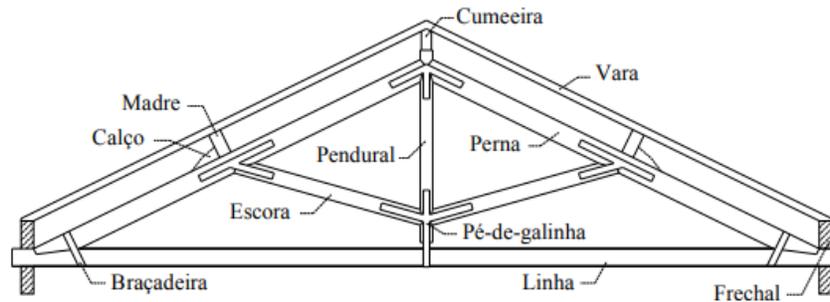


Figura 19 - Estrutura de suporte de cobertura inclinada com asna simples em madeira (reproduzido de (Paulo Lourenço & Branco, 2012))

Em relação aos tipos de madeira que usualmente são utilizadas para a conceção das estruturas de suporte da cobertura, em Portugal temos as espécies Pinho (*Pinus pinaster*, Ait.), Castanho (*Castanea sativa*, Mill.) e Eucalipto (*Eucalyptus globulus*, Labill.) (Paulo Lourenço & Branco, 2012).

O Pinho sempre foi uma madeira com relativa abundância no território nacional e por essa razão sempre foi amplamente utilizada no setor da construção civil, apresentando um bom comportamento face aos requisitos funcionais que lhe são exigidos (D. M. R. Cruz, 2015).

O Castanho é das madeiras mais duráveis e em Portugal está muito associada a obras relacionados com monumentos antigos, sendo usada já há muitos anos e nomeadamente presente em estruturas de cobertura de mosteiros e igrejas (Paulo Lourenço & Branco, 2012).

Além disso tem vindo a aumentar o interesse e a procura, nos últimos anos, pelo fabrico de elementos de suporte para coberturas em Eucalipto já que esta é uma madeira extremamente abundante em Portugal e apresenta um custo bastante inferior às demais, contudo apresenta a desvantagem de ser mais sensível à humidade (D. M. R. Cruz, 2015).

Mais recentemente começa a denotar-se uma maior adesão a novos produtos, derivada dos avanços tecnológicos que se fazem sentir, como é o caso da madeira lamelada colada. Este material é destinado à construção de estruturas (Figura 20), como as que suportam as coberturas de edifícios habitacionais, e é fabricado à base de madeira de pinho nórdico (Singular - Construções, 2019).

A madeira lamelada colada é, portanto, um material fabricado através da união de segmentos individuais de madeira maciça, por intermédio de colagens com adesivos de resina de melamina ou poliuretano (Migliani, 2019).



Figura 20 – Estrutura de cobertura inclinada em madeira lamelada colada (reproduzido de (Konsbud, 2016))

Este material apresenta inúmeras vantagens, como o facto de permitir obter vãos de dimensões superiores, não se encontrando sujeito às restrições derivadas do tamanho das árvores, permite um bom enquadramento arquitetónico, evitando a necessidade de incluir um elevado número de pilares, é mais resistente à humidade, comparativamente com a madeira maciça tradicional, é fácil de montar e implementar em obra e apresenta igualmente, características adequadas ao nível do isolamento térmico que confere ao edifício (Carvalho, 2008).

Em betão armado

A solução de estruturas de suporte em betão armado (Figura 21) encontra-se já bastante enraizada nas construções mais modernas, devendo-se tal facto ao conhecimento e facilidade de se fabricar este material, ao facto de conseguir competir economicamente com as soluções em madeira e em perfis metálicos (aço) e por possuir uma resistência assinalável.

Em coberturas inclinadas as estruturas de suporte quando constituídas por elementos em betão armado, tanto podem ser pré-fabricadas como moldadas “*in situ*”, como se verifica nas lajes maciças.



Figura 21 – Estrutura de suporte de cobertura inclinada em betão (reproduzido de (*Forum Da Casa*, 2013))

O betão a utilizar para o efeito deverá ser de boa qualidade, ou seja, apresentar uma classe de resistência igual ou superior a um C25/30. Para executar as armaduras o aço poderá ser do tipo A400 (liso ou nervurado).

Esta tipologia de estrutura pode evidenciar uma desvantagem, sempre e quando se recorrem a perfurações para a fixação do isolamento térmico, já que tal não é de todo aconselhável, com o intuito de garantir a integridade das armaduras, a aderência entre betão e aço e ainda para que não seja facilitada a entrada de agentes agressivos para o interior da cobertura. Para o efeito, os dispositivos de fixação aconselhados

passam pela utilização de grampos que permitam fixar o isolamento térmico à estrutura de betão armado, evitando-se assim perfurações que ao serem mal executadas podem danificar a mesma (J. de Brito & Paulo, 2001).

Em edifício de habitação por norma recorre-se a duas soluções para a estrutura de suporte de uma cobertura inclinada que são, a materialização de uma laje estrutural contínua, que tanto pode ser maciça ou aligeirada, bem como betonada no local ou pré-fabricada. A outra solução consiste numa estrutura descontínua com madres e varas sob a forma de vigotas pré-esforçadas, constituindo uma estrutura similar à de madeira, mas sendo o material utilizado o betão, sendo esta aplicada em coberturas inclinadas (P. T. da Rocha, 2008).

Apesar das soluções acima referidas, em alguns casos é também habitual o suporte em paredes sobre a última laje do edifício.

Em perfis metálicos

Por último existem também estruturas de suporte para coberturas inclinadas efetuadas com recurso a perfis ou asnas metálicas, usualmente em aço, como a exemplificada na Figura 22.

A sua utilização em edifícios de habitação costuma integrar uma estrutura mista, ou seja, em conjunto com outros materiais como a madeira ou betão (P. T. da Rocha, 2008).

Um dos fatores que condiciona um maior aproveitamento deste género de estrutura é a pouca experiência na sua implementação em obra no nosso País, sendo também uma solução mais cara do que as restantes. Contudo é muito adotada em obras de reabilitação de coberturas inclinadas noutros Países onde a sua aplicação se encontra mais enraizada e apresenta um maior conhecimento técnico por parte das empresas de construção ligadas a este tipo de solução construtiva.



Figura 22 - Estrutura de suporte de cobertura inclinada com perfis metálicos (reproduzido de (SERVISTEEL - Soluções Técnicas e Engenharia, Lda., 2017))

Alguns fatores que poderão contribuir para que, num futuro próximo, os perfis metálicos em aço se convertam numa excelente solução para trabalhos de reabilitação a implementar em edifícios portugueses são o facto de serem facilmente pré-fabricados em componentes, de montagem simples e rápida ao nível das ligações a efetuar (sempre e quando se conheçam as especificações para uma montagem em obra correta) e possuírem uma imediata resistência, ao contrário do betão que necessita de algum tempo até adquirir a resistência necessária para se prosseguirem os trabalhos (Cristina, 2020).

Não obstante é fulcral ponderar adequadamente a sua inclusão em certos contextos, dado que o aço apresenta alguns problemas no que toca à resistência ao fogo, fator esse que contribui para uma menor adesão a este tipo de solução construtiva.

4.2.2 Isolamento térmico

A colocação de isolamento térmico numa cobertura é essencial para garantir um bom desempenho energético de uma habitação, diminuindo os custos inerentes à necessidade de colocar em funcionamento equipamentos de climatização, o que permitirá consequentemente reduzir o impacto energético.

Tal necessidade justifica-se pelo facto de as coberturas, como elementos da envolvente exterior de um edifício, estarem expostas de forma continuada às variações de temperatura e à ação de agentes como a

chuva, vento e neve. Deste modo a cobertura é o elemento através do qual se proporcionam as maiores perdas e ganhos de calor, conforme se esteja no Inverno ou no Verão.

O isolamento térmico permitirá, deste modo mitigar ou evitar a ocorrência de sobreaquecimentos, quando a temperatura exterior for mais elevada e de subarrefecimento excessivo quando esta for reduzida (M. C. F. Mendes, 2011).

Ao nível dos requisitos gerais os materiais de isolamento térmico devem possuir uma baixa condutibilidade térmica, uma boa resistência mecânica, capacidade de aderência e serem pouco sensíveis à humidade.

No que respeita à localização da camada de isolamento térmico numa cobertura inclinada, esta pode situar-se na esteira horizontal, no caso do desvão da cobertura não ser habitável (Figura 23). Caso o desvão seja habitável este deverá situar-se nas vertentes de suporte da cobertura ou em último caso no teto falso que concorre com a cobertura, dado que a permanência de pessoas nessa área implica que esta seja convenientemente isolada garantindo assim boas condições de habitabilidade (*Guia - Casa Eficiente*, n.d.).

No caso do isolamento térmico ser colocado nas vertentes da cobertura, é recomendado que este não seja sensível à água, dado que por se encontrar mais próximo do exterior poderá facilmente degradar-se devido a este facto. Deste modo, é aconselhável recorrer-se a placas de poliestireno extrudado (XPS).

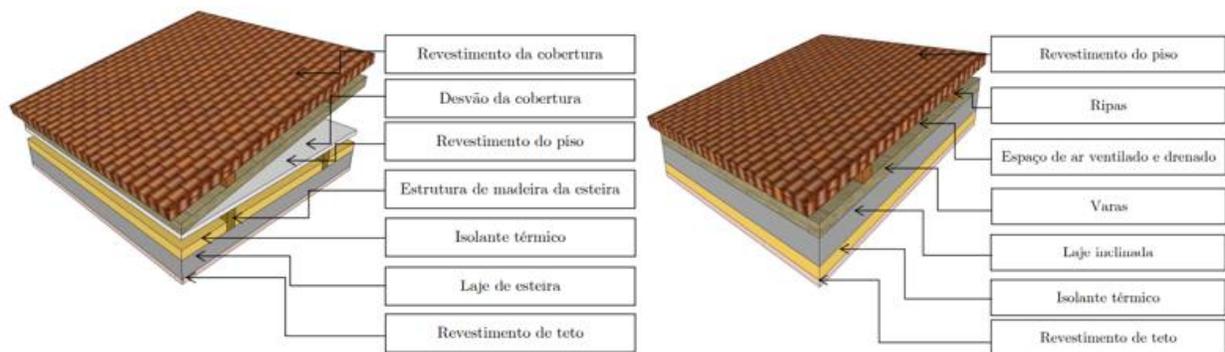


Figura 23 – Isolamento térmico aplicado na esteira horizontal do teto (esquerda) e aplicado nas vertentes da cobertura (direita) (reproduzido de (Reis, 2013))

Os isolamentos térmicos (Figura 24) correntemente utilizados em coberturas inclinadas de edifícios de habitação são: as mantas ou placas de lã mineral (MW) como a lã de rocha ou de vidro, as espumas rígidas de poliuretano (PUR), as placas de aglomerado de cortiça expandida (ICB), as placas de poliestireno expandido (EPS) e as placas de poliestireno extrudido (XPS) (J. M. F. da S. Rocha, 2008).

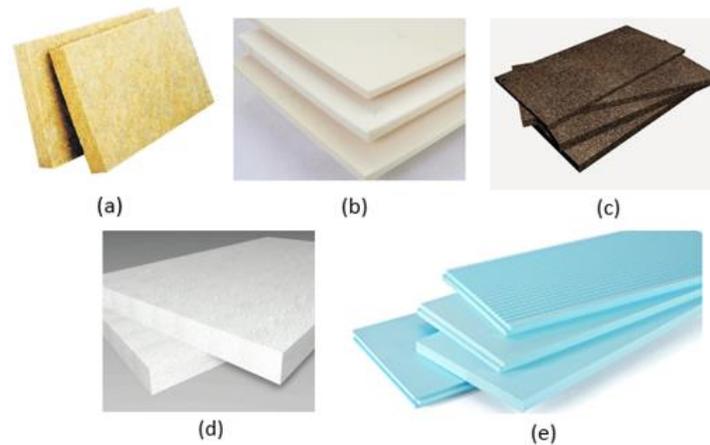


Figura 24 - Isolamentos térmicos mais correntes; (a) Lã de rocha; (b) Espuma rígida de poliuretano; (c) Aglomerado de cortiça expandida; (d) Poliestireno expandido; (e) Poliestireno extrudido (reproduzido de (“ADENE - Agência Para a Energia,” 2017))

Para que a colocação do isolamento térmico contribua, efetivamente, para a melhoria das condições térmicas da habitação, este deve ser introduzido de forma a apresentar continuidade, não deixando zonas “descobertas”, já que desta forma reduzem-se os riscos de condensação superficial interior, quebra-se a eventual ocorrência de pontes térmicas e é possível evitar de uma forma mais eficaz os fenómenos de condensação na superfícies que contactam com a cobertura.

No caso da estrutura de suporte da cobertura ser descontínua (estrutura em vigas ou barrotes de madeira, em vigotas de betão pré-esforçado ou em vigas metálicas), as telhas terão o seu apoio assegurado pela existência de um sistema de contra-ripado e ripado que será fixo à estrutura através das placas de isolamento térmico (“Dow - Soluções Para a Construção,” n.d.).

Deste modo é necessário garantir que as placas de isolamento térmico consigam resistir à fixação do sistema de contra-ripado e ripado, bem como aos fenómenos derivados da ação de flexão que será gerada, dado que as placas de isolamento ao não disporem de um suporte contínuo apenas estarão assentes em dois apoios (“Dow - Soluções Para a Construção,” n.d.).

Por outro lado a aplicação de isolamento térmico nas vertentes de uma cobertura inclinada é uma solução mais indicada para edifícios de habitação nos quais o desvão seja habitável (sótão), já que deste modo, esta será uma zona útil que deverá ser climatizada e devidamente isolada para que não se deem perdas excessivas para o exterior pela cobertura.

Nesta situação, por norma, o isolamento térmico é colocado de forma contínua pelo lado exterior da laje inclinada da cobertura, visto que desse modo assegura-se a inexistência de pontes térmicas e ao mesmo tempo aproveita-se a inércia térmica da laje como benefício para um maior conforto no interior do edifício (*Imperialum*, n.d.).

Contudo existem outras possibilidades construtivas para executar o apoio das telhas, nomeadamente o recurso a subtelha ou a placas de madeira lamelada colada e a fixação a ripados de PVC, madeira maciça ou peças de cimento.

4.2.3 Ventilação

A existência de mecanismos e estratégias que permitam uma adequada ventilação de uma cobertura são fulcrais para um bom desempenho funcional da mesma, garantindo o cumprimento dos requisitos impostos e a saúde e conforto dos seus ocupantes.

No que respeita a coberturas inclinadas revestidas com telha cerâmica, existem dois tipos de ventilação correntes em edifícios habitacionais, a ventilação da face inferior da telha, também conhecida por micro-ventilação e a ventilação do desvão (Rato & Brito, 2003).

A micro-ventilação permite que o ar circule pela face inferior da telha promovendo assim a secagem mais rápida da água da chuva absorvida por esta, mitigando a ocorrência de condensações indesejáveis e o desenvolvimento prematuro de musgos e verdetes (Torreense, 2010c).

Este tipo de ventilação contribui para uma maior resistência das telhas cerâmicas à ação dos ciclos gelo-degelo, o que leva à redução de problemas muito frequentes, como o descasque. Auxilia ainda na eliminação do vapor de água que advém das atividades humanas provenientes do interior do edifício, conduz a uma maior durabilidade das telhas e conseqüentemente conserva o ripado, principalmente se este for de madeira (Rato & Brito, 2003).

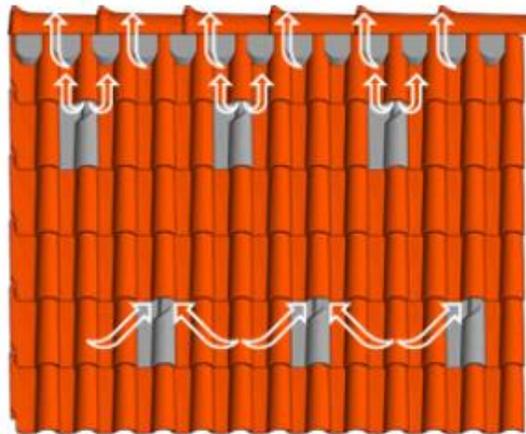


Figura 25 - Telhas e orifícios de ventilação em cobertura inclinada (reproduzido de (Torreense, 2010c))

Regra geral, devem ser seguidas algumas recomendações para que existam entradas e saídas de ar na cobertura que forcem a circulação do ar. Tal pode ser assegurado através da incorporação de telhas de ventilação (Figura 25), as quais deverão atender a uma proporção de três ou quatro por cada 10 m² de superfície (“Umbelino Monteiro - Coberturas Para a Vida,” 2016).

Para que a ventilação seja o mais eficaz possível, as ripas devem ser interrompidas (Figura 26) dois a três centímetros em pontos alternados, a cada 3 ou 4 metros para permitir uma adequada e constante circulação do ar (Torreense, 2010c).

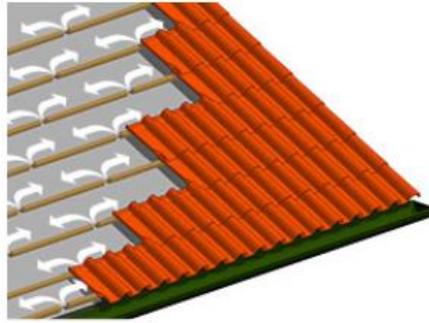


Figura 26 - Interrupção do ripado para circulação do ar (reproduzido de (Torreense, 2010c))

Em conjunto com as medidas anteriormente expostas é aconselhável, e deve ser encorajada, a aplicação de contra-ripas onde assentem as ripas (Figura 27). As designadas contra-ripas deverão possuir cerca de 2 centímetros de altura, para permitirem a circulação do ar nesse espaço (Rato & Brito, 2003).

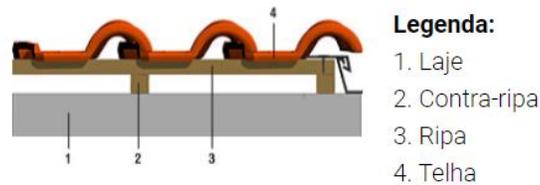


Figura 27 - Exemplo de contra ripado (reproduzido de (Torreense, 2010c))

Relativamente à ventilação do desvão, é importante distinguir duas situações que se prendem com o facto do desvão da cobertura ser habitável ou não habitável.

Caso o desvão sirva para habitação ou outro tipo de atividade que contemple a permanência de pessoas durante períodos consideráveis de tempo nesse espaço, normalmente aplica-se o isolamento térmico diretamente sobre o forro, sendo a ventilação assegurada pela correta colocação das telhas cerâmicas sobre as ripas e este.

Por outro lado quando o desvão não é habitável, por norma a estrutura da cobertura é descontínua, pelo que a ventilação acaba por se processar através da entrada natural do ar no telhado por intermédio da ação do vento, através da inclusão de telhas de ventilação, orifícios ou tubos de ventilação ou ainda através dos pequenos espaços entre as telhas (“Umbelino Monteiro - Coberturas Para a Vida,” 2016).

4.2.4 Telhas Cerâmicas

As telhas cerâmicas revelam um excelente desempenho no que concerne ao cumprimento dos requisitos funcionais para um elemento de revestimento de uma cobertura, sendo ainda dotadas de uma boa durabilidade, face aos agentes agressivos a que se encontram expostas continuamente.

Contemplam ainda um processo de fabrico menos agressivo para o meio ambiente, comparativamente com outras soluções existentes, visto que utiliza matéria-prima (argila) cem por cento natural (Meneses, 2021).

Outro fator que contribui para que a solução de revestimento de coberturas inclinadas recaia sobre as telhas cerâmicas é a sua versatilidade arquitetónica, dado que existem no mercado diversos modelos e tonalidades diferentes, bem como peças acessórias complementares que possibilitam as mais variadas geometrias, mas sempre assegurando uma correta funcionalidade na resposta às exigências e requisitos a que se encontram expostas (Pedro Lourenço & Branco, 2012).

No panorama nacional os modelos que mais se destacam pela sua utilização regular em coberturas de edifícios habitacionais são a telha lusa, a telha marselha e a telha canudo (Figura 28).

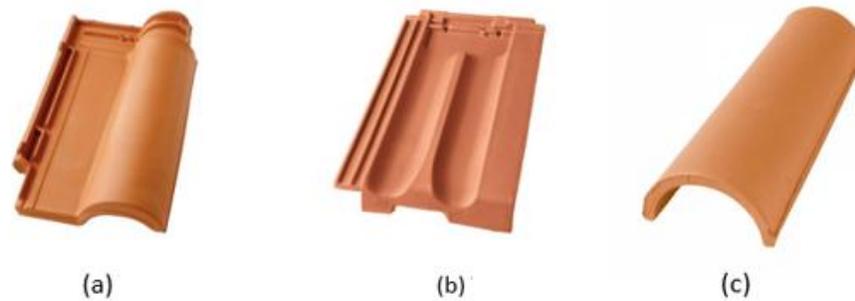


Figura 28 - Telhas cerâmicas mais comuns; (a) Telha lusa; (b) Telha marseilha; (c) Telha canudo (reproduzido de (Coelho Da Silva - Coberturas Cerâmicas, n.d.))

Cada modelo de telha tem as suas especificidades particulares sendo necessário conhecer junto do fabricante do produto alguns aspetos importantes, como a relação entre a pendente da cobertura e a telha escolhida, já que determinados modelos apenas seriam fiáveis até certas inclinações. Outros aspetos a ter em conta são o espaçamento do ripado para que seja possível implementar a telha de forma correta, a forma como estas devem ser assentes na estrutura de suporte, o recobrimento e os acessórios adequados para executar certas ligações e a temperatura mínima a que podem estar expostas (P. T. da Rocha, 2008).

4.2.5 Tipologias construtivas correntes em edifícios multifamiliares Portugueses

Na região do Vale do Ave, alvo de estudo, constatou-se através da observação do parque habitacional das cidades de Vila do Conde, Póvoa de Varzim e Trofa, que muitos dos edifícios multifamiliares são de cêrceas relativamente baixas (dois a quatro pisos), com cobertura inclinada revestida a telha cerâmica.

Para estes casos são normalmente utilizadas duas tipologias construtivas, a primeira, representada esquematicamente na Figura 29, contempla a incorporação de subtelha, que permite melhorar a ventilação da cobertura, mitigando a ocorrência de condensações.

Apesar desta solução construtiva não ser das mais recorrentes em edifícios multifamiliares portugueses, principalmente no caso de construção nova, devido a possuir um preço mais elevado do que as mais tradicionais, é adotada com alguma frequência na reabilitação deste tipo de edifícios, já que permite tratar de forma muito eficiente, patologias relacionadas com a ocorrência de infiltrações.

Por estas razões esta tipologia construtiva é incluída neste capítulo, uma vez que muitos edifícios multifamiliares da região em estudo, estão já próximos do fim de vida útil (50 anos) e necessitam, por isso, de operações de reabilitação que permitam eliminar e mitigar as principais patologias de que são alvo.

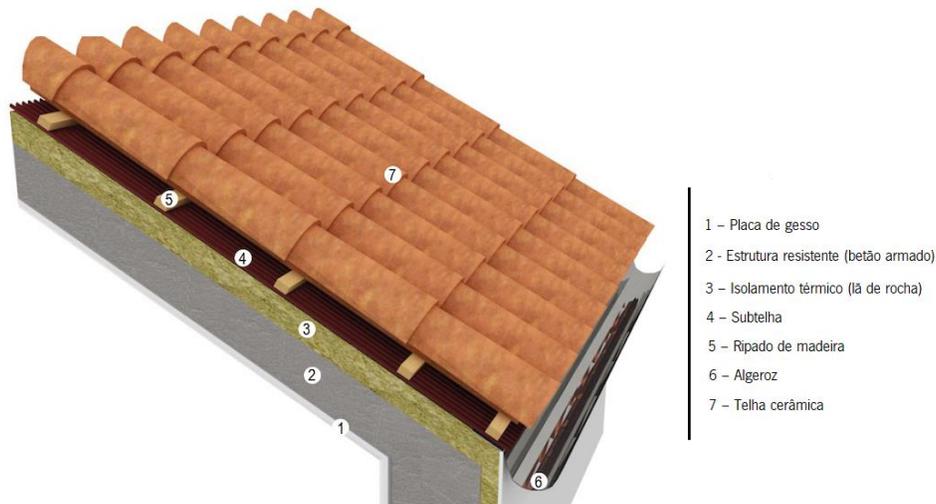


Figura 29 - Pormenor construtivo de cobertura inclinada com subtelha (adaptado de (Portal de arquitetura e construção sustentável, 2020))

Uma segunda solução construtiva, já bastante corrente em edifícios multifamiliares portugueses é a que contempla a colocação de placas de poliestireno extrudido (XPS) sob o ripado de madeira ou betão que sustenta as telhas cerâmicas, sendo que é ainda comum a incorporação de uma camada de impermeabilização sobre a estrutura resistente em betão armado (Figura 30).

Esta solução foi, de facto, a mais observada nas visitas a alguns dos edifícios multifamiliares presentes na área de estudo, diferindo apenas o material utilizado como isolamento térmico, onde nos edifícios mais antigos, ao contrário do poliestireno extrudido, eram utilizadas com mais frequência as lãs minerais, como a lã de vidro e a lã de rocha.

Tal como a solução anteriormente apresentada, esta tipologia construtiva possibilita uma maior estanquidade da cobertura à água, evitando também a ocorrência excessiva de condensações.

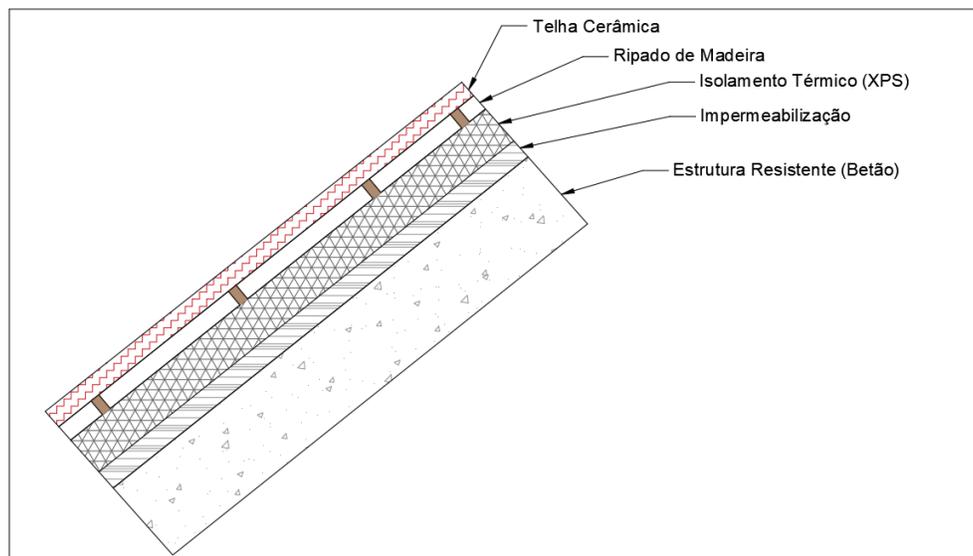


Figura 30 - Pormenor construtivo de cobertura inclinada com impermeabilização, representação esquemática não realizada à escala (adaptado de (DANOSA, 2021))

4.2.6 Principais manifestações patológicas

As coberturas inclinadas revestidas com telha cerâmica requerem o cumprimento de uma grande diversidade de requisitos e exigências funcionais que por variadas vezes acabam por não ser satisfeitos devido ao aparecimento de patologias que impedem ou limitam o seu adequado desempenho.

As patologias evidenciadas neste tipo de coberturas concentram-se essencialmente em dois componentes construtivos, o revestimento em telha cerâmica e na estrutura que o suporta.

As patologias inerentes ao revestimento em telha cerâmica, decorrem essencialmente de erros de conceção ou execução, escolha inadequada do tipo de materiais a utilizar ou deficiências no fabrico dos mesmos, ações atmosféricas particularmente adversas, atividade de certos seres vivos e ainda ações de acidente.

Ao nível dos erros de execução destacam-se a seleção inapropriada dos materiais a utilizar, a falta de qualificação da mão-de-obra e o mau processo construtivo, através do qual se geram deficiências na qualidade da construção, muito por culpa da ausência de fiscalização (Andrade, 2016).

Relativamente ao revestimento de uma cobertura inclinada deste tipo, das principais patologias que advêm dos fenómenos anteriormente expostos, destacam-se as infiltrações, o deslocamento e fratura das telhas cerâmicas e a degradação do material (Barbas, 2015).

No que diz respeito à estrutura de suporte do revestimento, as patologias de maior relevo surgem frequentemente associadas à ação de agentes biológicos, às ações atmosféricas, derivadas da falta de proteção conferida pelo revestimento, e ainda de erros de projeto ao nível do dimensionamento estrutural (J. A. de A. Ferreira, 2010).

A deformação da estrutura de suporte encontra-se diretamente ligada à detioração dos materiais ou ao mau dimensionamento, podendo provocar sérios danos materiais e humanos derivados de um possível desabamento da cobertura pela insuficiente capacidade resistente deste elemento.

Por último é essencial referir que como em qualquer outro elemento construtivo, nomeadamente aqueles que compõem a envolvente exterior de um edifício, por se encontrarem mais expostos às ações de agentes agressivos, um grande número de patologias poderia ser evitado caso se efetuassem operações de manutenção periódicas.

Para uma compreensão e leitura mais simples, as principais patologias e possíveis causas inerentes ao seu aparecimento e desenvolvimento são apresentadas, de seguida, sob o formato de um quadro. De notar que podem existir mais patologias e conseqüentemente mais causas para a sua manifestação, mas para o efeito serão apenas abordadas as mais comuns e relativas à tipologia construtiva referida, sendo apontadas as

que facilmente se identificam por inspeção visual, mas também algumas que apesar de não serem facilmente observáveis, são igualmente identificáveis através de sinais que apontam para a sua existência.

Para a construção dos Quadros 1 a 3, concorreram os trabalhos publicados por diversos autores, onde constam patologias e possíveis causas para a sua manifestação, nomeadamente, (H. M. A. Cruz & Aguiar, 2009), (P. T. da Rocha, 2008), (J. de Brito, 2004), (Dias et al., 2020).

Quadro 1 - Principais patologias e causas associadas a coberturas inclinadas com telha cerâmica

Descrição da patologia	Causas mais frequentes
Coberturas inclinadas com telha cerâmica	
Condensações	→ Erros ao nível do projeto (espessuras insuficientes nas várias camadas que compõem a solução construtiva a adotar)
	→ Erros na execução em obra da solução construtiva
	→ Ausência de isolamento térmico ou incorreta aplicação do mesmo
	→ Inexistência ou deficiente ventilação da cobertura
	→ Ausência ou aplicação inadequada de barreira pára-vapor
Deslocamento ou escorregamento das telhas cerâmicas	→ Ação do vento
	→ Má fixação do revestimento ao suporte
	→ Pendente excessiva face ao revestimento e peças de fixação adotadas
	→ Remate dos fechos das telhas incorretamente executados
	→ Deslocamento de animais (principalmente aves e gatos)
	→ Circulação descuidada de pessoas (por exemplo em ações de manutenção ou inspeção)
Deformação da estrutura de suporte	→ Erros de projeto (mau dimensionamento da estrutura de suporte da cobertura)
	→ Má distribuição do peso de equipamentos e materiais em operações de manutenção ou reabilitação na fase de utilização do edifício
	→ Execução defeituosa em obra das estruturas de suporte e demais elementos
	→ Falta de manutenção
	→ Excesso de calor (nomeadamente em coberturas que contenham estruturas em madeira)
Acumulação de detritos ou sujidade	→ Atividade da avifauna (aves têm por hábito habitar e nidificar em coberturas)
	→ Desenvolvimento de vegetação parasitária
	→ Atividade de outros animais
	→ Ação do vento (pode arrastar para a cobertura folhas, ramos, etc.)
	→ Atos de vandalismo
	→ Esquecimento de materiais ou objetos em trabalhos de manutenção

Quadro 2 - Principais patologias e causas associadas a coberturas inclinadas com telha cerâmica
(continuação)

Descrição da patologia	Causas mais frequentes
Coberturas inclinadas com telha cerâmica	
Descasque/esfoliação das telhas	<ul style="list-style-type: none"> → Ação de ciclos gelo-degelo → Má ventilação da cobertura (materiais permanentemente húmidos) → Uso excessivo de argamassa (nomeadamente nas zonas de cumeeira que provoca a libertação de mais humidade) → Falta de manutenção (limpeza das telhas)
Erros na colocação das telhas cerâmicas	<ul style="list-style-type: none"> → Mão-de-obra não qualificada ou inexperiente → Falta de rigor no decorrer dos trabalhos → Má execução da estrutura de suporte do revestimento → Falhas no dimensionamento da estrutura de suporte do revestimento → Incumprimento das especificações do fabricante (sobreposição das telhas) → Utilização de telhas de diferentes modelos ou dimensões
Vegetação parasitária	<ul style="list-style-type: none"> → Fissuras nas telhas cerâmicas promovem a fixação de sementes → Humidade e zonas de sombra prolongada → Excrementos de animais → Falta de trabalhos de manutenção
Fissuração ou fratura de telhas cerâmicas	<ul style="list-style-type: none"> → Ventilação insuficiente (promove a ocorrência de ciclos gelo-degelo) → Impactos provocados pela queda de objetos ou granizo → Circulação descuidada de pessoas em operações de manutenção → Atos de vandalismo → Má aplicação das estruturas técnicas sobre as telhas (painéis solares, AVAC, equipamentos de ventilação, antenas, etc.) → Permanência prolongada de equipamentos sobre o revestimento
Defeitos nas execuções de remates	<ul style="list-style-type: none"> → Falta de mão-de-obra qualificada para o efeito
Inexistência e deterioração de cordões de estanquidade (mástiques e bandas betuminosas)	<ul style="list-style-type: none"> → Erros no projeto (quando não preveem a aplicação destes) → Ataque químico → Ação da radiação solar (ultravioletas) → Incorreto dimensionamento ou execução das juntas → Variações volumétricas das telhas ou suporte
Degradação do sistema de isolamento térmico	<ul style="list-style-type: none"> → Deficiente aplicação em obra da solução construtiva → Erros na conceção (escolha inadequada do tipo de isolamento e respetiva espessura) → Proteção inapropriada ou inexistente à ação da chuva → Presença de animais no interior da cobertura → Incidência direta de radiação solar por falta de proteção → Ausência de manutenção e inspeção
Intervenções incorretas ou mal executadas	<ul style="list-style-type: none"> → Práticas de correção de patologias inadequadas → Aplicação de argamassas ou mástiques fissurados (no caso de problemas de estanquidade) → Aplicação indevida de telas (em muitos casos comprometem a ventilação) → Mistura de telhas de modelos ou materiais diferentes (telhas de vidro com telhas cerâmicas)

Quadro 3 - Principais patologias e causas associadas a coberturas inclinadas com telha cerâmica
(conclusão)

Descrição da patologia	Causas mais frequentes
Coberturas inclinadas com telha cerâmica	
Infiltrações	→ Pendente inadequada
	→ Telhas partidas ou fissuradas
	→ Telhas envelhecidas (tornam-se mais porosas)
	→ Ação do vento (deslocamento de telhas)
	→ Mau dimensionamento ou estado de conservação dos rufos
	→ Mau dimensionamento dos órgãos de drenagem
	→ Posicionamento inadequado dos órgãos de drenagem
	→ Seleção inadequada do tipo de telha
	→ Remate dos fechos das telhas incorretamente executados
	→ Remates nos cumes mal executados
	→ Acumulação de detritos e sujidade nos órgãos de drenagem

4.2.7 Soluções corretivas para as principais patologias em coberturas inclinadas revestidas a telha cerâmica

Neste subcapítulo apresentam-se possíveis soluções para a reabilitação das principais patologias anteriormente expostas, bem como a periodicidade aconselhada para efetuar operações de manutenção e ainda algumas medidas preventivas.

De notar que podem existir diversas soluções de correção para as patologias identificadas e para as tipologias construtivas enunciadas, bem como mais medidas preventivas ou diferentes periodicidades para as ações de manutenção ou inspeção, apresentando-se aqui, apenas algumas das constatadas através da pesquisa bibliográfica efetuada e da consulta de fabricantes e empresas de construção.

Para a construção dos Quadros 4 a 10, concorreram os trabalhos publicados por diversos autores.

Relativamente às possíveis soluções de correção e medidas preventivas, foram consultadas as seguintes referências: (ecopore, 2020), (Dias et al., 2020), (Sequeira, 2017), (P. M. P. Pinto, 2018), (Torreense, 2010b), (Lima, 2014), (DecorexPro, 2019), (Camacho, 2018), (Maxmat, 2019), (Morgado, 2012), (G. Silvestre, n.d.), (Andrade, 2016).

Já para as ações de manutenção e inspeção aconselhadas, foram consultadas as seguintes referências: (Torreense, 2010b), (J. P. B. F. Moreira, 2010), (Morgado, 2012).

Quadro 4 – Soluções de reabilitação e medidas preventivas

Cobertura inclinada revestida a telha cerâmica			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Deformação da estrutura de suporte	→ Neste caso a solução passa por corrigir as deformações através do reforço da estrutura já existente ou em casos extremos refazer toda a estrutura da cobertura	<p>→ Inspeção de estruturas de suporte em madeira, averiguando a sua estabilidade e estado de conservação - Decenal</p> <p>→ Inspeção de estruturas de suporte para verificar a existência de deformações, presença de humidade, desprendimentos de material ou de fixações e ataque de organismos vivos - Bienal</p> <p>→ Ações de reparação ou substituição de estrutura de suporte em madeira (asnas) - 40 anos</p> <p>→ Ações de reparação ou substituição de estrutura de suporte em betão armado - 50 anos</p>	<p>→ Correto dimensionamento em projeto da estrutura</p> <p>→ Em estruturas de madeira garantir que o material já se encontra seco quando é aplicado em obra e que não é muito deformável, escolhendo corretamente o tipo de madeira a empregar</p> <p>→ Assegurar que o processo construtivo é bem efetuado</p> <p>→ Garantir a estanquidade da cobertura para que a água não danifique os materiais estruturais</p>
Descasque/esfoliação das telhas	→ Todas as telhas que manifestem sinais de descasque ou esfoliação deverão ser substituídas por outras novas e com características físicas idênticas	<p>→ Inspeção do revestimento em telha cerâmica e realização de ações de reparação ou substituição das que se encontrem danificadas - 15 anos</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Escolha de telhas cerâmicas comprovadamente resistentes a ciclos gelo-degelo e com reduzida absorção</p> <p>→ Em locais com maior recorrência de ciclos gelo-degelo (temperaturas médias baixas) as telhas devem ser fracamente ventiladas, evitando a sua exposição em estado de saturação a temperaturas exteriores muito baixas</p> <p>→ Efetuar limpeza da cobertura periodicamente para a eliminação de vegetação ou outros objetos passíveis de deteriorar as telhas</p>

Quadro 5 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)

Cobertura inclinada revestida a telha cerâmica			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Vegetação parasitária	<p>→ Em situações em que a vegetação é apenas pontual, de dimensão reduzida e sem apresentar aderência às telhas, é apenas necessário proceder à remoção e limpeza de todos os vestígios desta</p> <p>→ Caso a vegetação se encontre disseminada por grande parte da cobertura e em muitas zonas ocorra uma aderência desta às telhas, bem como a penetração de raízes pelas juntas destas, é necessário retirar as telhas e proceder à sua limpeza com produtos anti-vegetação. Nestas circunstâncias muitas telhas poderão encontra-se fissuradas ou irreversivelmente danificadas, pelo que deverão ser substituídas por novas</p>	<p>→ Ações de manutenção com o propósito de eliminar verdete, musgo e vegetação parasitária das telhas cerâmicas e remates da cobertura - Anual</p> <p>→ Limpeza e manutenção pró-ativa - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Efetuar inspeções e ações de manutenção e limpeza periodicamente</p> <p>→ Realizar a cada dois anos uma lavagem da cobertura com produtos anti-vegetação para impedir o aparecimento e desenvolvimento da mesma</p>
Condensações	<p>→ Aplicação de uma membrana anti-condensação: Existem já alguns modelos diferentes deste tipo de membrana no mercado, como por exemplo, os à base de material têxtil ou polipropileno, normalmente revestidos com um acabamento higroscópico. Esta membrana é absorvente e permite reter a água em condições de elevada humidade no interior da cobertura, libertando-a gradualmente ao longo do tempo quando as condições atmosféricas o permitem. Esta solução só pode ser implementada em dias secos e a instalação deve assegurar pequenas folgas entre a membrana e o isolamento térmico. De notar que esta solução apenas mitiga a ocorrência de condensações, não as eliminando por completo, sendo essencial a colocação correta de um isolamento térmico com espessura adequada.</p> <p>→ Outra solução: Reparação de fissuras ou remates mal efetuados nas telhas ou substituição do isolamento térmico, caso tenha sido mal colocado, não seja adequado (tipo e espessura) ou esteja degradado, evitando assim o aparecimento de condensações</p>	<p>→ Substituição do sistema de impermeabilização - 20 anos</p> <p>→ Verificação do estado de conservação da camada de isolamento térmico - 5 ou 10 ou 15 Anos (dependendo da agressividade do meio)</p> <p>→ Verificação do estado de conservação da barreira pára-vapor - 5 ou 10 ou 15 Anos (dependendo da agressividade do meio)</p> <p>→ Inspeção e possível desobstrução dos pontos de ventilação - Semestral</p>	<p>→ Aplicação de barreira pára-vapor sob a camada de isolamento térmico</p> <p>→ Colocar o isolamento térmico de forma contínua em todos os pontos da cobertura, mitigando a ocorrência de pontes térmicas</p> <p>→ Garantir uma ventilação adequada da cobertura, nomeadamente sob as telhas</p> <p>→ Definir corretamente em projeto o isolamento térmico mais adequado, bem como a sua espessura</p> <p>→ Em obra executar corretamente todos os trabalhos na cobertura, garantindo a vedação de todos os remates e o bom estado dos materiais</p>

Quadro 6 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)

Cobertura inclinada revestida a telha cerâmica			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Deslocamento ou escorregamento das telhas cerâmicas	<p>→ Ripado: Averiguar se o ripado cedeu ou movimentou, originando o escorregamento das telhas. Neste caso deve refazer-se o ripado no local onde este se encontrar danificado</p> <p>→ Telhas: Quando se efetuam cortes nas telhas, normalmente as fixações podem ser mal executadas originando igualmente o escorregamento destas, pelo que nesses casos, deve fixar-se a telha com argamassa ou mastique de poliuretano</p> <p>→ Fixação: Caso se verifique que algumas das telhas não se encontrem encaixadas no ripado, deverá refazer-se a instalação das mesmas de forma correta, para que não deslizem ou se movimentem</p>	<p>→ Inspeção do revestimento em telha cerâmica - Bienal</p> <p>→ Reparação/substituição de telhas cerâmicas deslocadas e degradadas - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Proceder ao correto encaixe das telhas no ripado, sendo que as telhas de remate não encaixando no ripado na totalidade devem ser chumbadas em massa</p> <p>→ Em obra definir corretamente o ripado e o seu distanciamento, de modo a que o encaixe das telhas neste possa ser sempre efetuado</p> <p>→ Quando se utilizar argamassa como ligação complementar (sempre em última instância), esta deve ser colocada na face interior da telha, sem contacto direto com agentes atmosféricos</p>
Acumulação de detritos e sujidade	<p>→ Efetuar a limpeza da cobertura em toda sua extensão com o intuito de remover todos os detritos, vegetação, sujidade e outros objetos que se encontrem na cobertura - Durante a limpeza averiguar se a queda de certos detritos ou objetos provocaram a fissuração ou rotura das telhas cerâmicas ou de algum órgão de drenagem - Caso existam elementos da cobertura degradados proceder posteriormente à sua substituição ou reparação, conforme estado de conservação observado</p>	<p>→ Limpeza geral do revestimento da cobertura bem como dos órgãos de drenagem - Anual</p> <p>→ Limpeza pormenorizada da cobertura, através da lavagem com aplicação de fungicidas e algicidas - 5 ou 10 ou 15 anos (dependendo da frequência de ocorrência)</p> <p>→ Limpeza e manutenção pró-ativa - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Garantir que são efetuadas inspeções com uma periodicidade adequada à cobertura, bem como ações de manutenção e limpeza periódicas</p> <p>→ Logo após a conclusão em obra da cobertura verificar devidamente que não ficam objetos perdidos ou esquecidos</p>
Defeitos na execução de remates	<p>→ Proceder ao levantamento das telhas e/ou elementos de união - Efetuar a limpeza integral da zona a intervencionar - Caso as telhas e/ou os elementos de união se encontrem em bom estado de conservação, refazer os remates com estes, caso contrário utilizar materiais novos - Garantir que os novos remates ficaram bem executados, apresentando estanquidade e capacidade de acomodar movimentos diferenciais, para que não ocorra a fissuração e desgaste nas zonas de remate</p>	<p>→ Inspeção para aferição da qualidade e estado de conservação dos remates efetuados em coberturas com telha cerâmica - 15 anos</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Execução dos remates por parte de pessoal qualificado e com experiência neste tipo de trabalho, tendo em atenção todo os pormenores e garantindo que não existem erros ou defeitos</p> <p>→ Se for necessário proceder ao corte das telhas, assegurar que este fica regular e uniforme, resultando assim em peças com o tamanho adequado</p>

Quadro 7 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)

Cobertura inclinada revestida a telha cerâmica			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Erros na colocação das telhas cerâmicas	→ A solução passa por remover na extensão necessária as telhas e posteriormente voltar a colocá-las de forma correta, caso estas não se encontrem em bom estado de conservação, substituí-las por outras novas, do mesmo modelo e dimensão. Conforme o caso poderá ser necessário elaborar trabalhos adicionais, como o reforço ou substituição da estrutura de suporte, caso de encontre desnivelada devido a sobrecargas excessivas	→ Inspeção e aferição da adequada aplicação de todas as telhas cerâmicas e remates, garantindo que as mesmas continuam corretamente fixadas/encaixadas - 15 anos → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Utilização de materiais e equipamentos de qualidade, bem como de acessórios e sistemas de fixação adequados face à solução construtiva a implementar → Garantir que os trabalhos em obra são integralmente desenvolvidos por pessoal qualificado e com experiência no assentamento de telhas cerâmicas → Correto dimensionamento da estrutura de suporte para que não sofra deformações que tornem a superfície desnivelada, impedindo o correto assentamento das telhas cerâmicas
Degradação do sistema de isolamento térmico	→ Isolamento térmico pelo exterior: Neste caso o isolamento térmico situa-se por baixo das telhas cerâmicas e normalmente são mais utilizadas as placas de XPS e EPS. Quando este se encontra degradado, próximo do fim de vida útil ou foi mal aplicado em obra, deve ser substituído para que desempenhe corretamente as suas funções. Para a sua substituição é necessário levantar as telhas e de seguida retirar as placas e recolocar outras novas, garantindo uma fixação adequada das mesmas, assegurada por umas ranhuras presentes no material, onde posteriormente encaixam as telhas evitando assim o deslize destas → Isolamento térmico pelo interior: Situa-se sob a laje e é usual recorrer a mantas de lã mineral como a lã de rocha ou de vidro. A solução passa também pela substituição integral do isolamento, aplicando-o de forma contínua e seguindo as boas práticas construtivas	→ Verificação do estado de conservação da camada de isolamento térmico - 5 ou 10 ou 15 Anos (dependendo da agressividade do meio) → Substituição da camada de isolamento térmico - 40 ou 50 ou 60 anos (dependendo da agressividade do meio) → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Em projeto definir corretamente o melhor isolamento térmico face à localização do edifício, bem como uma espessura adequada → Garantir que todo o processo construtivo foi bem efetuado e que a cobertura se encontra totalmente estanque à água, humidade excessiva, radiação solar e presença de animais → Realizar uma inspeção do estado de conservação do isolamento térmico quando este estiver próximo do fim de vida útil ou forem denotados indícios de um mau desempenho do mesmo, percebendo assim se é necessário proceder à sua substituição

Quadro 8 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)

Cobertura inclinada revestida a telha cerâmica			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Fissuração ou fratura de telhas cerâmicas	<p>→ A circulação pela cobertura durante o processo de reparação deverá ocorrer através da utilização de uma escada desdobrável com apoios em borracha, com o intuito de preservar ao máximo as telhas, evitando cargas pontuais excessivas (distribuição de peso). Esta deverá estar apoiada ao longo da borda do telhado e com a mesma inclinação deste - No caso das telhas a reparar se encontrarem junto ao beirado não será necessária a escada desdobrável, fazendo-se a circulação pelo beirado - Proceder à limpeza das telhas danificadas para garantir que o material vedante aderirá corretamente à superfície. Para o efeito aplicar água misturada com detergente e esfregar com uma escova de aço, para remover todos os detritos e sujidades - Após a lavagem da área a intervir é necessário deixar as telhas secarem por completo durante 24 horas, caso se encontrem húmidas não ocorrerá a ligação do vedante com o material cerâmico, impedindo uma reparação eficaz do problema - Depois da telha se encontrar totalmente seca aplicar um vedante de silicone ou uma argamassa própria para este efeito. No entanto é mais aconselhável a aplicação de vedantes de silicone, visto serem mais duráveis e fiáveis para elementos expostos ao ar livre - Aplicar o vedante diretamente sobre a fissura ou fratura da telha pressionando-o para o interior da telha com os dedos ou uma espátula, preenchendo assim as aberturas existentes - De seguida deve limpar-se o excesso de silicone com um pano embebido em acetona</p>	<p>→ Inspeção do revestimento em telha cerâmica e realização de ações de reparação ou substituição das que se encontrem danificadas - 15 anos</p> <p>→ Inspeção para averiguação do estado de conservação do revestimento em telha cerâmica - Bienal</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Garantir que durante o processo de fabrico das telhas cerâmicas, nomeadamente na secagem das mesmas, esta é efetuada com temperaturas regulares e de forma lenta, evitando o desenvolvimento de fissuras ou fraturas</p> <p>→ Durante o processo construtivo garantir que as telhas são colocadas de forma a evitar choques com outras telhas ou objetos</p> <p>→ Averiguar a qualidade das telhas quando chegam à obra, verificando previamente se apresentam fissuras ou fraturas</p>
Inexistência e deterioração de cordões de estanquidade (masticos e bandas betuminosas)	<p>→ Arrancar ou retirar em toda a extensão os masticos ou bandas betuminosas, se necessário com a ajuda de uma espátula. De seguida refazer os cordões de estanquidade garantindo a execução dos trabalhos sob condições meteorológicas adequadas e seguindo as recomendações do fabricante</p>	<p>→ Inspeção para averiguar o estado de conservação dos cordões de estanquidade - 3 anos</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Proteger os cordões de estanquidade do sol (radiação UV), através da colocação de uma chapa fixa num dos lados para sombrear a zona</p> <p>→ Utilizar produtos de qualidade e adequados</p> <p>→ Garantir a correta execução das juntas</p>

Quadro 9 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)

Cobertura inclinada revestida a telha cerâmica			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Infiltrações	<p>Quando a patologia está relacionada com:</p> <p>→ Impermeabilização: A ausência de impermeabilização, a sua má instalação ou mau estado de conservação permitem a percolação de água ou humidade pela cobertura, originando infiltrações. Assim sendo consoante o caso específico deve ser corretamente instalada uma camada de impermeabilização ou então proceder à substituição por uma nova</p> <p>→ Telhas cerâmicas: As infiltrações pela cobertura estão muitas vezes ligadas à existência de telhas fissuradas ou partidas, pelo que nesta circunstância a solução recomendada será remover as telhas danificadas, substituindo-as por novas</p> <p>→ Remates: Refazer ou corrigir todos os remates que se encontrem fissurados ou apresentem aberturas que permitam a infiltração de água</p> <p>→ Sistema de drenagem: No caso de existirem caleiras ou tubos de queda furados ou danificados, proceder à sua troca para que não ocorra o derramamento da água</p> <p>→ Acumulação de detritos e sujidade: Realizar periodicamente operações de limpeza na cobertura, evitando assim a acumulação de detritos e sujidades sobre as telhas e órgãos de drenagem</p>	<p>→ Inspeção para aferição da qualidade e estado de conservação dos remates efetuados em coberturas com telha cerâmica - 15 anos</p> <p>→ Inspeção para averiguação do estado de conservação do revestimento em telha cerâmica - Bienal</p> <p>→ Substituição do sistema de impermeabilização - 20 anos</p> <p>→ Inspeção e manutenção do sistema de drenagem - Anual</p> <p>→ Limpeza geral do revestimento da cobertura - Anual</p> <p>→ Inspeção e manutenção das telas de impermeabilização da cobertura - 5 anos</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Garantir que não ocorrem descargas de água diretas sobre as telhas, provenientes de tubos de queda em zonas mais elevadas</p> <p>→ Assegurar uma correta fixação das caleiras e tubos de queda e o encaixe das telhas</p> <p>→ Realizar inspeções periódicas à cobertura, averiguando se existem telhas partidas ou fissuradas, bem como remates ou órgãos de drenagem danificados</p> <p>→ Utilizar materiais de qualidade e adequados à solução construtiva implementada</p> <p>→ Efetuar regularmente e sempre que seja necessária a limpeza de toda a cobertura</p> <p>→ Assegurar o bom estado de conservação das telhas e substituí-las sempre que se denotem roturas ou fissuras</p> <p>→ Em fase de projeto realizar um bom dimensionamento dos órgãos de drenagem</p> <p>→ Definir e executar corretamente a pendente da cobertura, bem como escolher adequadamente o modelo de telha mais apropriado</p>

Quadro 10 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (conclusão)

Cobertura inclinada revestida a telha cerâmica			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Inexistência de isolamento térmico ou isolamento térmico com espessura insuficiente	<p>Em muitos edifícios antigos, nomeadamente anteriores à década de 80, é muito comum verificar-se a inexistência de isolamento térmico nas coberturas ou este apresentar espessuras insuficientes.</p> <p>Desta forma propicia-se o aparecimento de diversas patologias derivadas deste facto, como a ocorrência mais frequente de condensações e humidades e ainda os fenómenos relacionados com pontes térmicas.</p> <p>Em edifícios onde não exista isolamento térmico na cobertura é essencial a sua colocação, não só para mitigar a incidência de patologias, mas também para cumprir-se o regulamento térmico vigente, sendo fulcral a colocação do isolamento térmico de forma contínua para evitar a ocorrência de pontes térmicas</p>	<p>→ Verificação do estado de conservação da camada de isolamento térmico - 5 ou 10 ou 15 Anos (dependendo da agressividade do meio)</p> <p>→ Substituição da camada de isolamento térmico - 40 ou 50 ou 60 anos (dependendo da agressividade do meio)</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Em projeto definir corretamente o melhor isolamento térmico face à localização do edifício, bem como uma espessura adequada</p>

Na Figura 31 ilustram-se algumas das patologias referidas anteriormente ao nível das coberturas inclinadas revestidas a telha cerâmica.

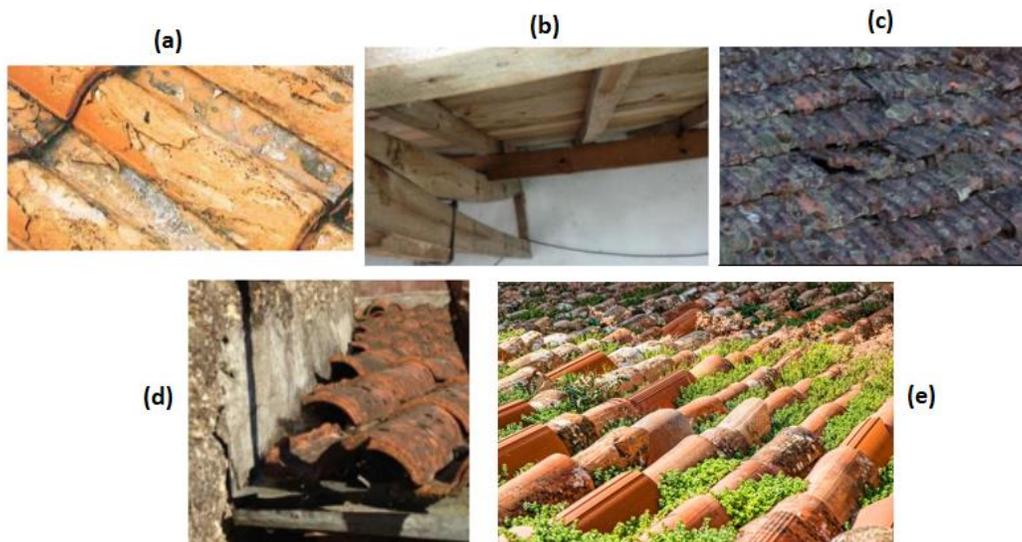


Figura 31 – Patologias em coberturas inclinadas; (a) Descasque em telhas cerâmicas; (b) Deformação de estrutura de suporte em madeira; (c) Deslocamento de telhas cerâmicas; (d) Remates mal executados; (e)

Acumulação de vegetação e musgo (reproduzido de (Barbas, 2015))

4.3 Cobertura plana ou em terraço

A cobertura de um edifício é classificada como plana quando as várias camadas de materiais que a compõem estão dispostas horizontalmente, ou próximo dessa posição, já que qualquer cobertura necessita de possuir uma certa inclinação, neste caso muito reduzida, para que se possa processar um adequado escoamento das águas pluviais.

Devido ao facto destas coberturas serem praticamente horizontais, acabam por estar mais sujeitas aos efeitos nefastos derivados das ações atmosféricas (vento, chuva, neve, radiação solar), uma vez que estas incidem de uma forma direta e mais intensas sobre a cobertura, comparativamente a uma solução de cobertura inclinada.

Assim sendo, as coberturas planas necessitam de uma manutenção mais regular, sob pena de não satisfazerem de forma adequada as principais exigências funcionais relacionadas com a segurança, habitabilidade, durabilidade e economia (Monteiro, 2016).

A presente solução construtiva é então constituída por diversos elementos, sendo eles a estrutura resistente, camada de forma, suporte de impermeabilização, revestimento de impermeabilização, proteção da impermeabilização e o isolamento térmico. É possível constatar também que muitas coberturas planas apresentam na sua constituição, ainda, uma camada de regularização, uma barreira pára-vapor e uma camada de dessolidarização (Seródio & Paulo, 2020).

4.3.1 Estrutura resistente

As coberturas planas perfazem um sistema construtivo que usualmente se encontra apoiado num elemento estrutural, designado por laje de cobertura. Contudo no caso particular de coberturas planas não acessíveis, o sistema construtivo adotado, pode assentar igualmente em placas de madeira, algo que também é comum observar.

Em semelhança ao que acontece nas coberturas inclinadas, as coberturas planas encontram-se também sujeitas a inúmeras sobrecargas, pelo que a laje de cobertura é um elemento essencial para a segurança estrutural do edifício.

A estrutura resistente terá por isso de suportar diversas ações, como o peso relacionado com a própria laje ou placas de madeira, mas também por todo o sistema construtivo sobrejacente a si e as sobrecargas, como a neve, água, vento e as sobrecargas durante a fase de execução da cobertura através da permanência de materiais e equipamentos, bem como de pessoas, que posteriormente durante a fase de utilização poderão aceder à cobertura para eventuais trabalhos de manutenção (D. A. R. Lopes, 2015).

Quanto à classificação, as estruturas resistentes de coberturas dividem-se em dois grupos, as estruturas rígidas e as flexíveis. As estruturas rígidas subdividem-se em contínuas (lajes maciças, lajes aligeiradas, lajes pré-fabricadas) e descontínuas (pranchas vazadas, perfis especiais). As estruturas flexíveis são do tipo descontínuas, sendo exemplos destas as chapas metálicas nervuradas e as pranchas de madeira ou os seus derivados (Seródio & Paulo, 2020).

Em edifícios multifamiliares correntes, a estrutura resistente de uma cobertura plana tanto pode ser do tipo rígida contínua com esta a ser executada, portanto, com recurso a lajes de betão armado (Figura 32), como descontínua ou inclusivamente mista.



Figura 32 - Estrutura em betão armado de cobertura plana (reproduzido de *(Características de Las Losas de Concreto Armado, 2019)*)

4.3.2 Camada de forma

A camada de forma é o elemento construtivo sobre o qual assenta o sistema impermeabilizante ou termoimpermeabilizante e que permite criar as pendentes necessárias para a correta drenagem das águas pluviais, evitando assim os fenómenos de empoçamentos (SOTECNISOL - coberturas & fachadas, 2021).

Em coberturas planas nem sempre se observa a constituição deste elemento, dado que a laje ou qualquer outra estrutura resistente adotada podem desde início ser realizadas com uma ligeira pendente, anulando assim a necessidade de executar posteriormente esta camada.

Os materiais que costumam constituir a camada de forma são o betão leve de argila expandida, o granulado de cortiça, o betão leve normal (Figura 33) e o betão celular (Seródio & Paulo, 2020).

A camada de forma pode também ser constituída por betão normal de agregados correntes, em alternativa às soluções anteriormente expostas, tendo inclusive uma maior aplicação, comparativamente com as demais, pois contribui para um melhor comportamento térmico da cobertura, uma vez que a inércia térmica será superior dado que a massa do elemento é também maior comparativamente com a das outras soluções, ocorrendo conseqüentemente menos trocas de energia entre o interior e exterior (Conceição, 2015).



Figura 33 - Camada de forma em betão leve de cobertura plana (reproduzido de (“Sistema SOTECNISOL - Betão Celular,” 2012))

De acordo com Serôdio & Paulo (2020) devem ser tidas em conta algumas boas práticas, regras e cuidados na execução em obra de camadas de forma, como o facto de esta ser assente numa superfície limpa e rugosa, previamente molhada, a espessura da camada se encontrar num intervalo de valores que varia dos 3 cm aos 30 cm ou a necessidade de bolear todas as arestas vivas no encontro com elementos emergentes da cobertura. Referem ainda que as juntas estruturais da edificação devem acompanhar a camada de forma e esta necessitar de se encontrar seca para posteriormente poder receber a camada de impermeabilização.

4.3.3 Revestimentos de impermeabilização

O revestimento de impermeabilização constitui uma das camadas mais importantes de uma cobertura plana, já que é responsável por evitar a passagem e circulação de fluidos, nomeadamente a água da chuva, garantindo a salubridade do ambiente e assegurando a estanquidade dos elementos construtivos que se encontram por baixo de si, tudo em prole de permitir a segurança e o conforto dos ocupantes do edifício (P. T. da Rocha, 2008).

Existem diversas tipologias e classificações de revestimentos de impermeabilização para coberturas, sendo os mais comuns apresentados no seguinte quadro.

Quadro 11 – Diferentes tipos de revestimentos de impermeabilização (reproduzido de (Camacho, 2018))

Revestimento de impermeabilização	Fabrico	Tipo de revestimento
Tradicionais	<i>"In situ"</i>	Asfalto
	Pré-fabricado	Emulsões betuminosas Membranas, telas ou feltros betuminosos
Não tradicionais	<i>"In situ"</i>	Resinas acrílicas
		Resinas poliméricas
		Espumas de poliuretano
		Emulsões de betumes modificados
	<i>Pré-fabricado</i>	Membranas de betumes modificados (APP ou SBS)
		Membranas termoplásticas (PVC) Membranas elastoméricas

A escolha de uma solução de impermeabilização deve ter em conta os aspetos funcionais de cada uma e o seu campo de aplicação preferencial, já que nem todas são aplicáveis em certos contextos, quer pelo meio ambiente, disponibilidade, etc.

As emulsões betuminosas (Figura 34), por exemplo, não são por si só um material de impermeabilização adequado, têm unicamente a função de preparar a superfície para a posterior aplicação de telas de impermeabilização, funcionando basicamente como um primário (Seródio & Paulo, 2020).



Figura 34 - Aplicação de emulsão betuminosa (reproduzido de (BATUCASUL, n.d.))

As telas asfálticas (Figura 35) têm vindo a ser, novamente, mais utilizadas nos dias hoje, devido a apresentarem algumas melhorias do ponto de vista da durabilidade dos seus componentes, dado que inúmeras vezes revelavam problemas de oxidação que comprometiam a sua estanquidade, entretanto mitigados pelos avanços tecnológicos na área dos materiais de construção. São muito utilizadas para a reparação de zonas degradadas, onde as telas existentes já não cumprem corretamente a sua função (Seródio & Paulo, 2020).



Figura 35 - Aplicação de tela asfáltica (reproduzido de (CAPIO, n.d.))

Já as telas de PVC (Figura 36) são membranas termoplásticas e segundo Serôdio & Paulo (2020), possuem uma flexibilidade que permite trabalhar facilmente em todas as formas geométricas de suporte, sendo que a sua elasticidade garante uma maior durabilidade no que concerne aos defeitos associados a fenómenos de dilatação. De acordo com os mesmos autores o facto de estas telas de impermeabilização possuírem uma reduzida espessura (1,5 mm), leva a que o seu peso seja igualmente reduzido, rondando normalmente os 1,8 kg/m², possibilitando uma economia considerável ao nível da estrutura de suporte, não precisando esta de ser demasiadamente elaborada e adquirir espessuras elevadas para suportar a carga do revestimento de impermeabilização (Serôdio & Paulo, 2020).



Figura 36 - Impermeabilização à base de membranas de PVC (reproduzido de (LOUSATELAS, n.d.))

Existem ainda diversos tipos de telas líquidas como as de borracha ou poliuretano. A utilização das primeiras apenas é recomendada em coberturas planas não acessíveis, sendo que apresenta algumas vantagens, como o facto de permitir a reparação de infiltrações, prevenir a formação de fissuras, ser flexível e resistente a movimentos, impermeável, mesmo quando tem sobre si água estagnada por largos períodos de tempo. As principais desvantagens das telas líquidas de borracha (Figura 37) encontram-se relacionadas com a sensibilidade à radiação ultravioleta, necessitando por isso de um revestimento que sirva de proteção, sendo ainda incompatível com alguns tipos de suportes, como os que contenham poliestireno, produtos betuminosos, óleos, etc. (D. A. Ribeiro, 2018).



Figura 37 – Impermeabilização à base de tela líquida de borracha (reproduzido de (2M Resinas, n.d.))

As telas ou membranas líquidas de poliuretano (Figura 38), por sua vez, apresentam uma boa resistência aos raios ultravioletas e detêm uma resistência química assinalável, não ficando sujeitas a alterações quando em contacto com a água do mar, chuvas ácidas, óleos e petróleos. No entanto revela algumas desvantagens, principalmente relativas às suas condições de aplicabilidade em obra, possuindo um intervalo de aplicação reduzido e altamente influenciado pela humidade relativa do ar. Por esta razão este tipo de telas líquidas têm de ser aplicadas rapidamente, sob pena de ocorrerem alterações importantes ao nível das suas propriedades (Bastos, 2014).



Figura 38 – Aplicação de membrana líquida de poliuretano (reproduzido de (purcom, n.d.))

Em edifícios portugueses é utilizada correntemente uma solução de membrana impermeabilizante de betume plastómero APP (Figura 39), de elevado ponto de amolecimento, com armadura em feltro de poliéster (FP) e acabamento a filme termofusível em ambas as faces, que é um tipo de tela betuminosa (Bastos, 2014).



Figura 39 - Impermeabilização à base de membrana de betume plastómero (reproduzido de (SOPREMA, n.d.))

4.3.4 Barreiras pára-vapor

A barreira pára-vapor é um elemento que tem como principal objetivo evitar a condensação de vapor de água ao entrar em contacto com a cobertura quando esta se encontra a uma temperatura baixa (fria). A introdução deste material permite por isso evitar a saturação da camada de isolamento térmico e subsequentes camadas, o que a ocorrer comprometeria a eficácia das mesmas (P. N. da S. Pinto, 2002).

De notar que o termo “pára-vapor” é normalmente usado incorretamente e pode induzir em erro, dado que a grande maioria das soluções disponíveis para estas barreiras permitem ainda alguma transferência de humidade, sendo por esta razão sugerido por alguns autores que se utilize o termo “barreira retardante de difusão do vapor” (Futureng, n.d.).

Por norma esta camada é executada através de feltros, como por exemplo a fibra de vidro ou o poliéster não tecido, de telas betuminosas, filmes de polietileno ou folhas de alumínio, encontrando-se estas duas últimas representadas na Figura 40 (P. T. da Rocha, 2008).



Figura 40 - Barreiras pára-vapor; (a) Polietileno; (b) Alumínio (reproduzido de (ArchiExpo, n.d.))

No caso da cobertura adotada ser do tipo tradicional, ou seja, em que o isolamento térmico se encontra posicionado sob o sistema de impermeabilização, deve ser sempre aplicada uma barreira pára-vapor.

Neste cenário a não aplicação da barreira pára-vapor implicará a saturação das células de ar dos produtos de isolamento térmico e conseqüentemente propiciará a perda de resistência térmica do material, tornando o isolamento térmico num condutor térmico, conduzindo a que este perca a sua funcionalidade (SOPREMA, 2021).

Como qualquer outro material, o que constitui as barreiras pára-vapor deve ser cuidadosamente manuseado, dado que é facilmente perfurável, sob pena de aumentar consideravelmente a permeância da camada. De igual modo este deve ser colocado em obra sob condições meteorológicas favoráveis, não sendo recomendável sujeitar o material a temperaturas muito elevadas ou muito baixas, nem permitir o contacto com substâncias que lhe possam provocar uma degradação mais célere, como a água e óleos (P. N. da S. Pinto, 2002).

4.3.5 Isolamento Térmico

O isolamento térmico utilizado em coberturas planas é em tudo similar ao já apresentado no capítulo referente às coberturas inclinadas com revestimento em telha cerâmica. Os materiais usualmente utilizados são os mesmos, apresentando os mesmos requisitos funcionais e características.

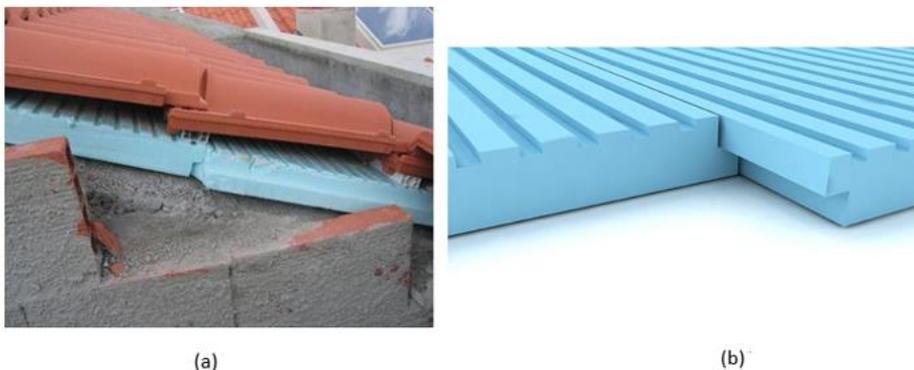


Figura 41 - Isolamento térmico em cobertura inclinada; (a) Colocação em obra (reproduzido de SCF, s.d.);
(b) Pormenor placa XPS com ranhuras (reproduzido de (SCF, n.d.))

A principal diferença está na morfologia do próprio material, no caso das coberturas inclinadas alguns dos materiais de isolamento térmico, como o poliestireno extrudado (XPS), exibem umas ranhuras longitudinais (Figura 41) com o intuito de permitir um “encaixe” adequado à telha cerâmica e impossibilitar o deslizamento dos elementos face à inclinação da cobertura.

Por outro lado, nas coberturas planas os materiais de isolamento térmico apresentam uma superfície lisa (Figura 42), já que são dispostos horizontalmente, não sendo necessário modificar o material para facilitar a sobreposição das restantes camadas.



Figura 42 - Isolamento térmico em cobertura plana; (a) Colocação em obra; (b) Pormenor placa XPS lisa (reproduzido de (Fibran, 2020))

4.3.6 Camada de dessolidarização

Esta camada tem como principal objetivo garantir a independência entre o sistema de impermeabilização e a camada de proteção com o intuito de evitar a transmissão de movimentos diferenciais (Monteiro, 2016).

Outra função da inclusão desta camada em soluções construtivas de coberturas em terraço é que, na sua presença, é possível remover a proteção mecânica para eventuais reparações no revestimento de impermeabilização, sem causar qualquer dano (P. T. da Rocha, 2008).

Segundo Monteiro (2016) as camadas de dessolidarização devem possuir uma espessura mínima de 3 cm e são correntemente compostas por agregados rolados ou britados com uma granulometria compreendida entre os 3 mm e os 5 mm ou por uma camada de areia. Outra composição muito utilizada para esta camada baseia-se em mantas de geotêxtil de polipropileno (Figura 43) ou de poliéster (Monteiro, 2016).



Figura 43 - Manta geotêxtil em polipropileno (reproduzido de (ISOMAT, 2020))

4.3.7 Camada de proteção

A camada de proteção de uma cobertura plana é essencial para garantir a durabilidade dos sistemas de impermeabilização e restantes camadas de material que compõem o sistema construtivo. A inexistência desta camada exporia os demais materiais à ação do vento, chuva, variações de temperatura e exposição solar, o que os degradaria de forma mais rápida.

Esta camada serve também de acabamento final da cobertura, pelo que adquire uma componente estética para além da proteção.

No que concerne às camadas de proteção de impermeabilização, estas podem ser classificadas como: “sem proteção”, com “proteção leve” ou “proteção pesada” (Camacho, 2018).

Na inexistência de camada de proteção o revestimento de impermeabilização fica visível, como se pode verificar na Figura 44.

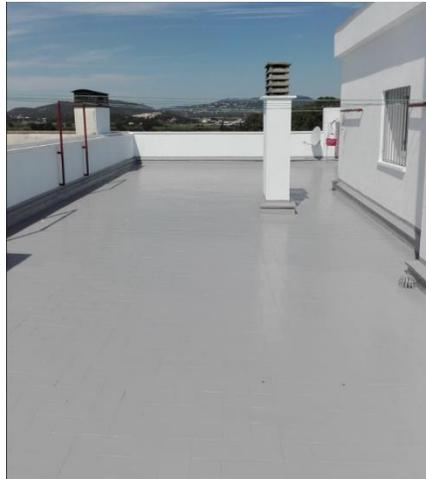


Figura 44 - Cobertura plana sem camada de proteção (reproduzido de (EDIL, n.d.))

No caso das camadas com “proteção leve” existem diversos materiais que são aplicadas de forma corrente em edifícios, podendo estas ser pré-fabricadas ou aplicadas *in-situ*.

As pré-fabricadas podem ser do tipo mineral (areia fina, gravilha ou lamelas de xisto), metálica (folha de alumínio ou cobre) ou orgânica (folha de plástico) (Instituto Politécnico de Tomar, n.d.).

As aplicadas *in-situ* podem ser do tipo mineral (areão ou gravilha) ou orgânicas (tintas de alumínio) (Instituto Politécnico de Tomar, n.d.).

Na Figura 45 é possível observar o aspeto do areão como camada de “proteção leve” de uma cobertura em terraço.



Figura 45 - a) Camada de proteção efetuada com areão; (b) Pormenor do material (reproduzido de (Prudêncio, n.d.))

Relativamente às camadas de “proteção pesada” estas podem ser rígidas (betonilha, placas pré-fabricadas de betão simples, lajetas térmicas, material cerâmico, madeira) ou constituídas por materiais soltos (godo, calhau, seixo, material britado), demonstrando-se um exemplo na Figura 46.



Figura 46 - Camada de proteção à base de lajetas térmicas (reproduzido de (ISOCENTRO, n.d.))

4.3.8 Cobertura plana tradicional VS cobertura plana invertida

Da perspectiva meramente construtiva o que diferencia uma cobertura plana tradicional de uma cobertura invertida é a posição relativa da camada de isolamento térmico.

Deste modo quando a camada de isolamento térmico se encontra por cima do sistema de impermeabilização (mais próxima do exterior), então estamos perante uma cobertura plana invertida. No caso de a camada de isolamento térmico se encontrar por baixo do sistema de impermeabilização (mais próxima do interior), a cobertura toma a designação de plana tradicional.

Nos dias de hoje as soluções construtivas para coberturas planas invertidas têm vindo a ser cada vez mais adotadas, dado que comportam um maior benefício quer a nível funcional, mas também económico.

Para tal evidência confluem dois aspetos determinantes, sendo eles a facilidade de aplicação em obra deste género de solução construtiva, não necessitando de mão-de-obra qualificada, mas também a proteção extra conferida pelo isolamento térmico ao sistema de impermeabilização da cobertura, no que concerne ao choques térmicos diários e sazonais a que este se encontra sujeito (Marrana, 2015).

Tais fenómenos prejudiciais ao sistema de impermeabilização podem ser suprimidos ou mitigados, recorrendo então a uma solução de cobertura invertida, em que ao inverterem-se as posições do isolamento térmico e do sistema de impermeabilização, ou seja, passando o isolamento térmico a estar por cima do sistema de impermeabilização é possível aumentar de forma considerável e significativa a durabilidade de qualquer sistema de impermeabilização.

Um dos casos mais notórios da diferença entre uma cobertura tradicional e uma cobertura invertida prende-se efetivamente com o fenómeno de choque térmico, o qual será analisado através da Figura 47, onde é possível averiguar as variações térmicas, ao longo do ano, de ambas as soluções construtivas.

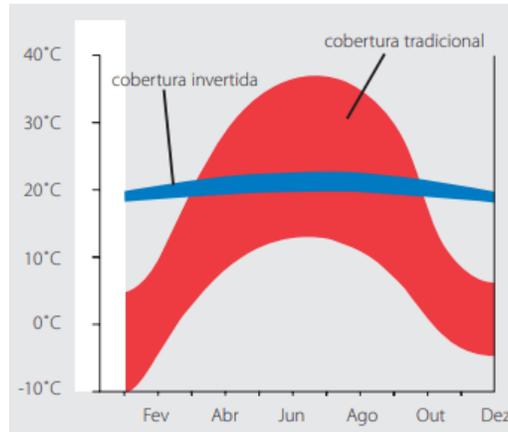


Figura 47 - Variações de temperatura da impermeabilização em cobertura plana tradicional e invertida (reproduzido de (Dow - soluções para a construção, n.d.))

Pela análise da Figura 47 é possível constatar que as variações de temperatura ao longo do ano são claramente inferiores no caso de a solução adotada para a cobertura ser do tipo invertida, comparativamente à solução tradicional, o que contribui para uma maior durabilidade do sistema de impermeabilização e subsequentes camadas.

Nas coberturas planas invertidas, o facto de o sistema de impermeabilização se situar sob o isolamento térmico e encostado à sua “face quente”, acaba por desempenhar também a função de uma barreira pára-vapor, pelo que é dispensável a sua colocação numa solução construtiva deste género, o que não é possível numa cobertura tradicional (Dow - soluções para a construção, n.d.).

Não obstante uma cobertura invertida expõe o isolamento térmico à água da chuva, geada, maiores cargas, temperaturas mais extremas, etc.. Deste modo o isolamento térmico encontra-se submetido a condições extremas, sem que por isso possa perder a sua funcionalidade e resposta aos requisitos exigidos (danosa, 2015).

Deste modo os isolamentos térmicos a adotar para soluções de cobertura invertida devem possuir características específicas e distintas das usualmente exigidas, as quais são definidas pela EOTA (European Organization for Technical Approvals) em documentos técnicos elaborados para o efeito.

De todos os materiais de isolamento térmico existentes no mercado a nível nacional, apenas o poliestireno extrudido (XPS) possui as propriedades e cumpre os requisitos exigidos pela EOTA. Assim sendo o sistema de cobertura invertida está alicerçado nas características superiores deste material, pelo que em nenhum caso deverá este tipo de sistema ser composto por outro isolamento térmico (Dow - soluções para a construção, n.d.).

4.3.9 Tipologias Construtivas Correntes em Edifícios Multifamiliares Portugueses

As soluções construtivas abordadas de seguida tiveram como base a consulta bibliográfica efetuada, mas também foram aqui incluídas por terem sido observadas em diferentes edifícios multifamiliares visitados durante o desenvolvimento da dissertação, os quais se encontravam presente na região em estudo, nomeadamente nas cidades de Vila do Conde, Póvoa de Varzim e Trofa.

Para além da visita a algumas obras, consultaram-se também algumas empresas do setor da construção, ligadas à execução de coberturas planas em Portugal, com o intuito de confirmar quais as soluções mais utilizadas em edifícios multifamiliares, dado que existem inúmeras tipologias distintas, as quais se encontram então apresentadas de seguida.

Cobertura Plana Invertida de Acesso Limitado

Uma das soluções construtivas usualmente adotada em coberturas planas invertidas é a apresentada esquematicamente na Figura 48.

Neste caso a cobertura é invertida, uma vez que o isolamento térmico se situa por cima da camada de impermeabilização, sendo esta de acesso limitado uma vez que a camada de proteção e simultaneamente de acabamento é o godo, estando por isso apenas acessível para ações de manutenção ou reparação.

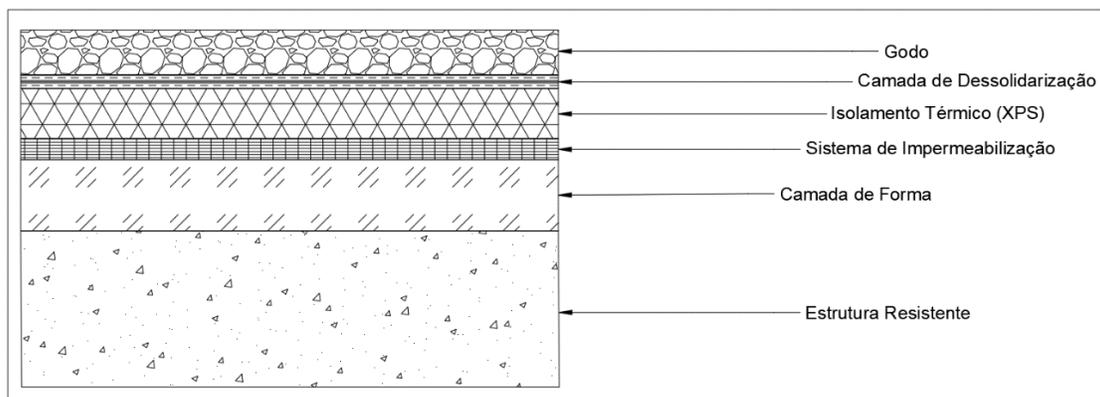


Figura 48 - Solução construtiva de cobertura plana invertida não acessível, representação esquemática não realizada à escala (adaptado de (Monteiro, 2016))

Como refere Monteiro (2016) esta tipologia construtiva é frequentemente aplicada em edifícios habitacionais portugueses, sendo fácil de executar e normalmente bastante durável.

Cobertura Plana Invertida Acessível

Por outro lado existem ainda inúmeras soluções construtivas para coberturas planas invertidas acessíveis, visto que normalmente muitos edifícios multifamiliares apresentam este tipo de configuração ao nível da cobertura.

Uma das soluções comuns no contexto do parque habitacional português é a apresentada na Figura 49.

Esta cobertura é igualmente durável quando bem executada em obra, o que nem sempre se verifica, uma vez que obriga a uma maior atenção no que concerne à execução das juntas entre os ladrilhos, ondem muitas vezes estas apresentam espessuras inadequadas e fissuram facilmente.

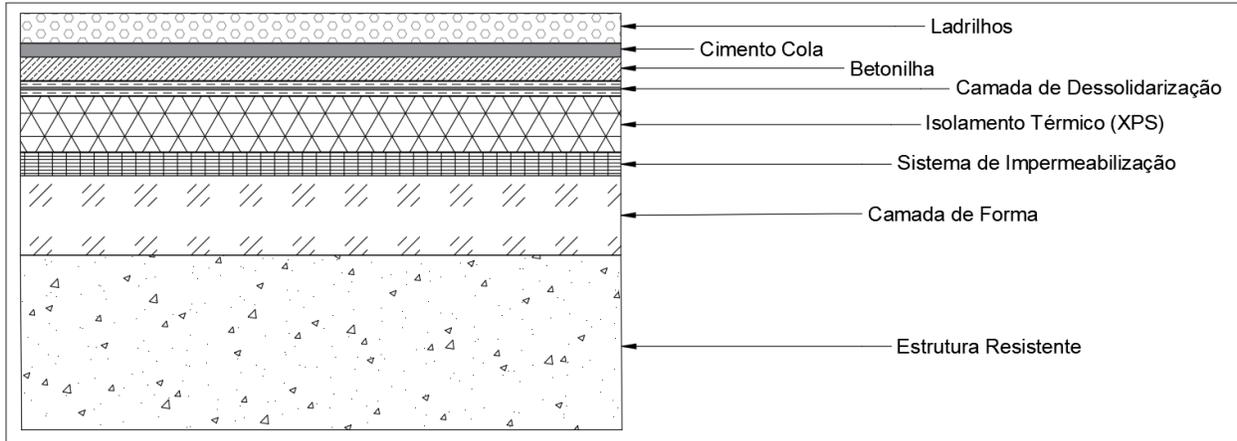


Figura 49 - Solução construtiva de cobertura plana invertida acessível, representação esquemática não realizada à escala (adaptado de (Monteiro, 2016))

Na Figura 50 encontra-se representada esquematicamente uma solução construtiva que contempla um acabamento com lajetas térmicas, concebidas em betão com uma camada de esferovite incorporada na sua base, o que permite um maior desempenho térmico, não sobreaquecendo a cobertura.

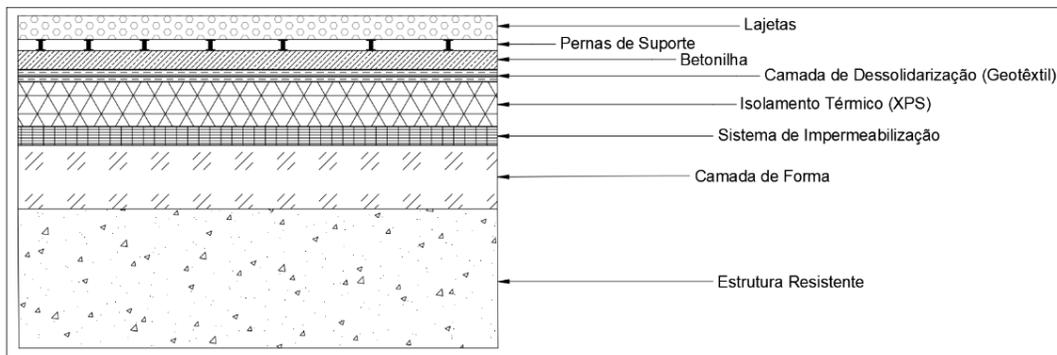


Figura 50 - Solução construtiva de cobertura plana invertida com lajetas térmicas, representação esquemática não realizada à escala (adaptado de (Monteiro, 2016))

Esta é também uma solução normalmente observável em vários edifícios multifamiliares com cobertura plana, sendo também durável mas apresentando um custo mais elevado comparativamente às restantes soluções apresentadas (LNEC, 2006).

Na Figura 51 encontra-se representada uma outra tipologia construtiva também frequente em Portugal com acabamento em mosaico cerâmico, sendo que esta apresenta alguns aspetos similares à que contempla os ladrilhos, nomeadamente ao nível da menor facilidade de implementação em obra (Marrana, 2015).

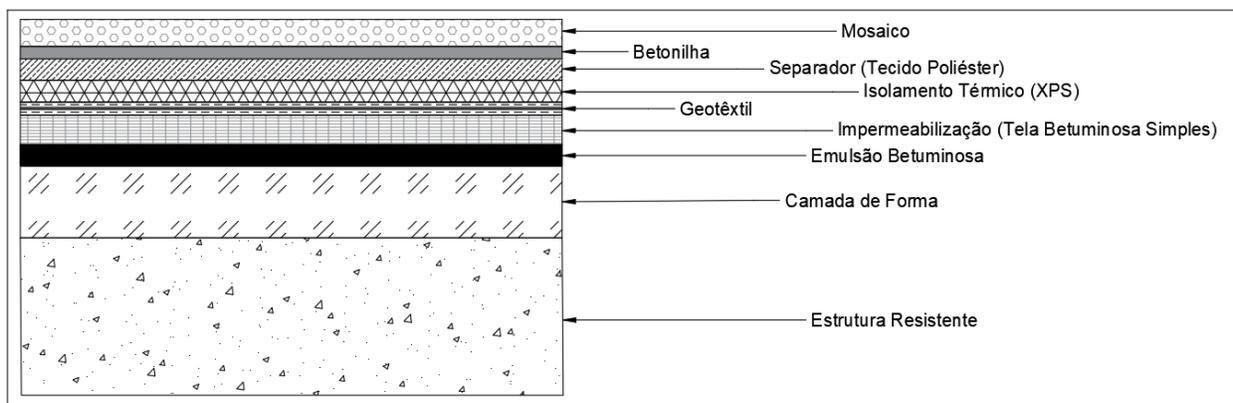


Figura 51 - Solução construtiva de cobertura plana invertida acessível, representação esquemática não realizada à escala (adaptado de (Seródio & Paulo, 2020))

Cobertura Plana Tradicional Acessível

Por último apresenta-se esquematicamente, na Figura 52, uma tipologia construtiva de uma cobertura plana tradicional, em que o isolamento térmico se encontra sob o sistema de impermeabilização.

Nesta solução construtiva o acabamento é à base de uma tela betuminosa auto-protegida com granulado mineral, o que torna uma aplicação em obra mais simples e se necessária uma substituição do material igualmente fácil, apresentando custos particularmente reduzidos (Seródio & Paulo, 2020).

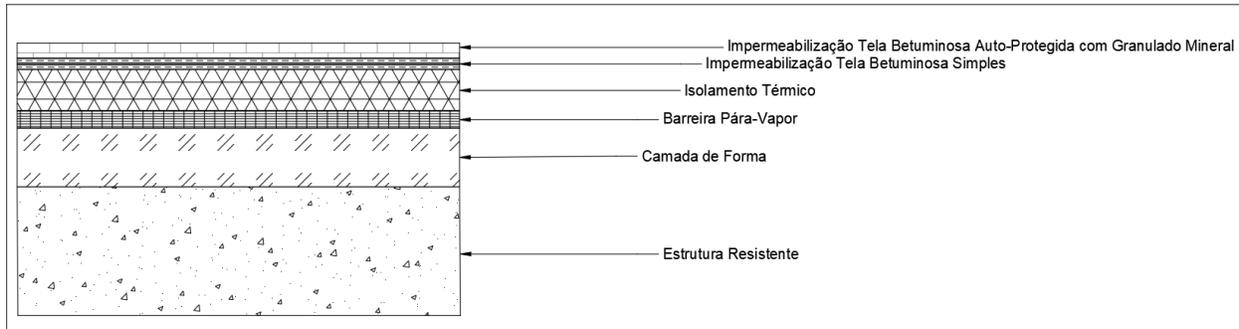


Figura 52 - Solução construtiva de cobertura plana tradicional acessível, representação esquemática não realizada à escala (adaptado de (Seródio & Paulo, 2020))

4.3.10 Principais manifestações patológicas

Em coberturas planas e como na grande maioria dos restantes elementos construtivos que compõem um edifício, as principais anomalias advêm de erros de projeto, da falta de qualidade dos materiais escolhidos para executar as soluções construtivas adotadas, da incorreta execução e aplicação em obra, quer seja pela falta de conhecimento técnico por parte dos trabalhadores ou pela inexistência de pormenores mais detalhados no projeto, nomeadamente desenhos técnicos que exemplifiquem como deve ser executada determinada solução construtiva.

Como referem Sousa (2009) e Monteiro (2016) uma outra causa que leva ao aparecimento de inúmeras patologias em coberturas planas é a má conceção dos sistemas de impermeabilização, quer ao nível da escolha adequada de uma solução e dos materiais que a compõem, mas também posteriormente na implementação em obra da mesma, onde se observam vários erros na aplicação, nomeadamente em pontos singulares da cobertura.

Por norma as patologias registadas em coberturas planas só são detetadas quando se verificam manifestações de humidade no interior dos edifícios, algo que em edifícios multifamiliares é geralmente denotado ao nível do teto e parte superior das paredes dos fogos do último piso.

A ocorrência destas humidades é essencialmente devida a infiltrações de água através da cobertura e de condensações que se geram no interior da mesma.

As infiltrações de água resultam da ineficácia do sistema de impermeabilização, que por qualquer motivo “perdeu” a estanquidade, que é um requisito vital para evitar este tipo de patologia.

Por outro lado as condensações estão relacionadas com o isolamento térmico adotado, bem como da ventilação da cobertura, que deve ser sempre garantida sob pena de ocorrência deste fenómeno (Mendonça, 2005).

Em edifícios antigos, nomeadamente os contruídos anteriormente à década de 80, em muitos casos não apresentam isolamento térmico na cobertura ou este foi mal dimensionado em projeto e possui uma espessura insuficiente, algo que possibilita a ocorrência mais frequente de certas patologias, como os fenómenos de condensações e humidades e ainda as pontes térmicas.

A identificação das causas que propiciaram o aparecimento de patologias é essencial e muito importante para que posteriormente seja possível efetuar uma intervenção de reabilitação mais eficaz.

Uma vez que existem diversos fatores que podem despoletar anomalias em coberturas planas, não existem regras ou procedimentos predefinidos para a determinação das causas das mesmas, cada caso é um caso. Deste modo a identificação das causas passa pela realização de inspeções e diagnósticos completos a efetuar por técnicos com experiência e creditados para o efeito (J. C. G. V. de Sousa, 2009).

Para uma compreensão e leitura mais simples, as principais patologias e possíveis causas inerentes ao seu aparecimento e desenvolvimento são apresentadas, de seguida, sob o formato de um quadro. De notar que podem existir mais patologias e conseqüentemente mais causas para a sua manifestação, mas para o efeito serão apenas abordadas as mais comuns e relativas à tipologia construtiva referida, sendo apontadas as que facilmente se identificam por inspeção visual, mas também algumas que apesar de não serem facilmente observáveis, são igualmente identificáveis através de sinais que apontam para a sua existência.

Para a construção dos Quadros 12 a 14, concorreram os trabalhos publicados por diversos autores, onde constam patologias e possíveis causas para a sua manifestação, nomeadamente, (Lario & Navarro, n.d.), (J. A. de A. Ferreira, 2010), (Andrade, 2016), (Monteiro, 2016).

Quadro 12 – Patologias e respectivas causas em coberturas planas

Descrição da anomalia	Causas mais frequentes
Superfícies correntes	
Fissuração do sistema de impermeabilização	→ Incompatibilidade de materiais ao nível das características físicas (diferentes coeficientes de dilatação)
	→ Expansão ou contração térmica
	→ Movimentos diferenciais (incapacidade do sistema de impermeabilização em acompanhar deslocamentos do suporte)
	→ Inexistência de camada de dessolidarização
	→ Inexistência de folgas suficientes nas juntas de dilatação
	→ Radiação ultravioleta
	→ Ação do vento (levantamento da tela impermeabilizante)
Perfuração do sistema de impermeabilização	→ Proteção inadequada do sistema
	→ Cargas pontuais
	→ Falta de limpeza aquando da colocação em obra
	→ Instalação em obra com equipamento impróprio
	→ Crescimento de raízes
	→ Ausência de camada de dessolidarização (quando revestimento é composto por materiais com saliências cortantes como a gravilha)
Arrancamento do sistema de impermeabilização	→ Ausência de peças de fixação mecânica ou quantidade insuficiente
	→ Soluções de fixação inadequadas ou mal efetuadas
	→ Ação do vento
	→ Má qualidade dos materiais de colagem
Descolamento das juntas de sobreposição horizontais	→ Inexperiência na implementação em obra da solução a adotar
	→ Ação do vento
	→ Ação da temperatura
	→ Colagem mal executada
	→ Largura das juntas reduzida
	→ Má execução da ligação do sistema impermeabilizante nas zonas com pontos de drenagem de águas pluviais e tubagens emergentes
Formação de pregas	→ Ação da temperatura (calor)
	→ Ação dos ultravioletas
	→ Incompatibilidade de materiais
	→ Fixação mal executada
	→ Inexistência de camada de proteção
Permanência e acumulação de água	→ Pendente insuficiente (água não é encaminhada para as saídas de escoamento)
	→ Disposição incorreta da camada de forma
	→ Obstrução de caleiras ou embocaduras
	→ Mau dimensionamento dos órgãos de drenagem
	→ Inexistência de ralos nas embocaduras de tubos de queda
	→ Deformações acentuadas em zonas localizadas
	→ Falta de manutenção (limpeza de órgãos de drenagem)

Quadro 13 - Patologias e respectivas causas em coberturas planas (continuação)

Descrição da anomalia	Causas mais frequentes
Coberturas planas	
Crescimento de vegetação parasitária	<ul style="list-style-type: none"> → Presença prolongada de água → Falta de manutenção e limpeza → Reduzida exposição solar das zonas afetadas → Concentração de humidade elevada na zona afetada
Empolamentos	<ul style="list-style-type: none"> → Encurvamento prévio do suporte de impermeabilização → Incorreto armazenamento dos materiais em rolo → Inexistência de colagem em zonas específicas → Limpeza de detritos entre camadas de material mal efetuada → Utilização de materiais com elevado teor de água e ar na sua composição (formação de bolsas de ar e vapor de água sob pressão)
Condensações e perdas térmicas excessivas	<ul style="list-style-type: none"> → Inexistência de isolamento térmico → Espessura do isolamento térmico insuficiente → Existência de pontes térmicas → Escolha inadequada do isolamento térmico → Má colocação em obra da camada de isolamento térmico
Falta de nivelamento das camadas de material	<ul style="list-style-type: none"> → Armazenamento dos materiais em rolos durante longos períodos → Manuseamento incorreto dos materiais → Dilatação do material por insuficiência de juntas
Deterioração do revestimento superficial (camada de proteção)	<ul style="list-style-type: none"> → Ciclos gelo-degelo → Espessura insuficiente para a carga a suportar → Perda de coloração por ação da radiação solar → Escolha de revestimentos inadequados para o exterior → Ação biológica → Derramamento acidental de certos produtos químicos
Descolamento dos remates em elementos emergentes	<ul style="list-style-type: none"> → Aplicação e fixação mal efetuadas → Aplicação sob condições atmosféricas desfavoráveis → Irregularidade dos paramentos (reboco inadequado e teores de humidade elevados nos materiais) → Carência de juntas de sobreposição → Inadequada proteção e selagem dos bordos → Solução de remate inadequada em encontros com paramentos verticais
Fissuração dos remates em zonas de elementos emergentes	<ul style="list-style-type: none"> → Ausência de proteção térmica das platibandas com um isolante apropriado → Inexistência de proteção vertical do remate → Incompatibilidade entre o material do elemento emergente e o material com que é efetuado o remate
Fissuração dos remates nas zonas de juntas de dilatação	<ul style="list-style-type: none"> → Execução mal efetuada do remate → Inclusão de sistemas de proteção rígidos sem interrupção sobre a junta → Execução dos remates ao nível da superfície da cobertura sujeitando os mesmos a cargas superiores devidas à circulação de pessoas

Quadro 14 - Patologias e respetivas causas em coberturas planas (conclusão)

Descrição da anomalia	Causas mais frequentes
Coberturas planas	
Inadequado capeamento das platibandas	→ Remate da camada impermeabilizante não recobre o paramento horizontal da platibanda
	→ Escolha imprópria do capeamento a colocar
	→ Defeitos no material de capeamento
	→ Erro na execução do capeamento em obra
Perda de água em caleiras	→ Roturas e remendos mal efetuados
	→ Perda de secção por corrosão
	→ Material utilizado no fabrico da caleira inapropriado ou de baixa qualidade
	→ Má instalação com nivelamento impróprio
Entupimento de ralos, caleiras e tubos de queda	→ Mau dimensionamento hidráulico (secção insuficiente)
	→ Acumulação de detritos
	→ Falta de manutenção e das inspeções periódicas recomendadas
Inexistência de ralos de embocadura	→ Mau dimensionamento hidráulico (secção ou diâmetro insuficiente)
	→ Má conceção dos pontos de evacuação de água durante a fase de projeto
	→ Ausência de controlo de qualidade

4.3.11 Soluções corretivas para as principais patologias em coberturas planas

Neste subcapítulo apresentam-se possíveis soluções para a reabilitação das principais patologias anteriormente expostas, bem como a periodicidade aconselhada para efetuar operações de manutenção e ainda algumas medidas preventivas.

De notar que podem existir diversas soluções de correção para as patologias identificadas e para as tipologias construtivas enunciadas, bem como mais medidas preventivas ou diferentes periodicidades para as ações de manutenção ou inspeção, apresentando-se aqui, apenas algumas das constatadas através da pesquisa bibliográfica efetuada e da consulta de certos fabricantes e empresas de construção.

Para a construção dos Quadros 15 a 22, concorreram os trabalhos publicados por diversos autores.

Relativamente às possíveis soluções de correção e medidas preventivas, foram consultadas as seguintes referências: (COOP Ribatejo, 2015), (Monteiro, 2016), (António, 2011), (J. C. G. V. de Sousa, 2009), (Righi, 2009), (Andrade, 2016), (Lario & Navarro, n.d.).

Já para as ações de manutenção e inspeção aconselhadas, foram consultadas as seguintes referências: (J. P. B. F. Moreira, 2010), (Morgado, 2012).

Quadro 15 – Soluções de reabilitação e medidas preventivas

Cobertura plana			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Fissuração e/ou perfuração do sistema de impermeabilização	No caso da anomalia se verificar em vários	→ Inspeção e ações de manutenção ligeira (limpeza) do sistema de impermeabilização - Anual → Substituição do sistema de impermeabilização e camada de proteção - 20 Anos → Inspeção da fixação do sistema de impermeabilização quando existe camada de proteção - 5 ou 10 ou 15 Anos (dependendo da agressividade do meio) → Inspeção da fixação do sistema de impermeabilização quando não existe camada de proteção - Anual → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Colocação de uma camada de proteção sobre o sistema de impermeabilização com o intuito de conferir uma maior proteção ao material (como por exemplo lajetas de betão, ladrilhos cerâmicos, seixo rolado, etc.). Em zonas em que esteja prevista a instalação de equipamentos, como os AVAC, antenas de comunicação, painéis solares, etc. ou com circulação de pessoas, esta medida é essencial para mitigar este género de anomalias. → Locais da cobertura em que o sistema de impermeabilização não se encontre protegido deverão encontrar-se vedados a pessoas estranhas ou sem autorização para aceder ao espaço.
	→ Substituir toda a membrana de impermeabilização por uma nova ou instalar uma nova sobre esta, sendo que neste último caso é necessário assegurar-se uma adequada compatibilidade entre as duas camadas de material No caso da anomalia ser localizada: → Delimitar a zona a intervir - Proceder à limpeza de detritos e sujidades aí presentes - Remover uma pequena porção da membrana impermeabilizante - Verificar o estado de conservação do isolamento térmico - Caso o isolamento térmico tenha sido afetado pela humidade, proceder à sua remoção e posteriormente colocar uma nova camada do mesmo material e espessura - Colocar uma nova membrana com características físicas idênticas à removida e em bom estado, colocando-a segundo o mesmo sentido de aplicação da membrana previamente existente - Verificar que os trabalhos foram bem executados, não se observando pregas ou zonas com falta de aderência - Caso a cobertura possua uma camada de proteção como revestimento, voltar a colocá-la - Proceder à limpeza do local da intervenção - Se possível averiguar a estanquidade da zona intervencionada através da realização de um ensaio apropriado para o efeito		

Quadro 16 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)

Cobertura plana			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Empolamentos e falta de nivelamento das camadas de material	Devido à falta de aderência entre membrana e suporte: → Em membranas betuminosas é efetuado um aquecimento do material através da chama de um maçarico, para permitir que o mesmo retorne à posição desejada → Em membranas de PVC o processo é idêntico mas deve recorrer-se a uma fonte de ar quente para aquecer o material e posteriormente pressioná-lo contra o suporte → Em casos extremos em que o empolamento seja extenso e de dimensões elevadas é aconselhável remover a membrana afetada e colocar uma nova	→ Inspeções para averiguação da existência de anomalias - Semestral → Inspeção da estrutura de suporte da cobertura - Bienal → Verificação do estado de conservação da camada de isolamento térmico - 5 ou 10 ou 15 Anos → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Aquando da execução em obra garantir o nivelamento da estrutura de suporte da cobertura e o correto acondicionamento dos materiais de impermeabilização e isolamento térmico, evitando o armazenamento prolongado dos mesmos em rolos para mitigar possíveis encurvaduras que propiciem o aparecimento de empolamentos → Garantir uma limpeza eficiente durante o processo construtivo para garantir que não fiquem materiais ou objetos estranhos entre camadas de material
	Devido a movimentos diferenciais das camadas adjacentes à impermeabilização (em coberturas tradicionais): → Isolar a zona afetada e estabelecer um perímetro de circulação - Limpeza do local - Retirar a camada de proteção da cobertura, ou caso não exista, o acabamento de auto-proteção do material de impermeabilização - Averiguar o estado da camada de isolamento térmico, caso se encontre deformada apresentando curvatura, removê-la e substituí-la por uma em boas condições - Na eventualidade do problema não se encontrar na camada de isolamento, averiguar as restantes camadas até encontrar evidências que propiciem esta anomalia - Na circunstância da anomalia estar relacionada com a estrutura de suporte da cobertura, constatar a extensão do problema e posteriormente uniformizar com recurso a uma argamassa de endurecimento rápido a mesma - Repor as camadas de material retiradas durante o processo por outras iguais ou com características idênticas (espessura, peso, etc.)		
Inexistência de isolamento térmico ou isolamento térmico com espessura insuficiente	A ausência de isolamento térmico conduz ao aparecimento de diversas patologias, como a ocorrência mais frequente de condensações e humidades e ainda os fenómenos relacionados com pontes térmicas. Como tal, é essencial a sua colocação, não só para mitigar a incidência de patologias, mas também para cumprir-se o regulamento térmico vigente, sendo fulcral a colocação do isolamento térmico de forma contínua para evitar a ocorrência de pontes térmicas	→ Verificação do estado de conservação da camada de isolamento térmico - 5 ou 10 ou 15 Anos (dependendo da agressividade do meio) → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Em projeto definir corretamente o melhor isolamento térmico face à localização do edifício, bem como uma espessura adequada

Quadro 17 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)

Cobertura plana			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Presença e acumulação de água	Devido a deformações do suporte ou pendente insuficiente: → Averiguar se a presença de água é localizada (apenas em certos pontos da cobertura) ou generalizada (em toda a extensão da cobertura) - Remover as camadas de material na extensão necessária para alcançar o suporte - Corrigir as deformações ou a pendente da estrutura - Recolocar as camadas de material retiradas	→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Prever durante a fase de projeto uma pendente para a cobertura plana com inclinação mínima de 1% a 5% → Garantir que no decorrer do processo construtivo é cumprido o estipulado no projeto e que a inclinação é devidamente executada → Estipular um número suficiente de órgãos de drenagem e um correto posicionamento dos mesmos → Utilização de produtos químicos que impeçam o aparecimento e crescimento de vegetação
	Devido a ausência de órgãos de drenagem: → Quando a acumulação de água ocorrer nas extremidades da cobertura - Instalação de uma caleira na zona afetada e ligá-la ao tubo de queda mais próximo - Na inexistência de um tubo de queda que possa satisfazer as exigências funcionais ou estéticas, colocar um novo situado num local oportuno → Em zonas mais interiores ou em que não seja viável esta solução - Colocar uma embocadura de ralo nova - Remover todas as camadas de material para executar a abertura de um roço que ligue a embocadura ao tubo de queda mais próximo ou a outra embocadura - Instalação de um tubo de ligação no roço		
Crescimento de vegetação parasitária	→ Remover as camadas de material até atingir as raízes da vegetação - Aplicar um produto herbicida que seja adequado (não pode danificar ou modificar a estrutura química da membrana de impermeabilização) - Após se ter eliminado a vegetação deve averiguar-se o estado de conservação dos materiais circundantes visto poderem estar danificados pela humidade e presença de água - Caso seja necessário substituir os materiais danificados (no caso das membranas de impermeabilização substituir por outras novas com aditivos anti-raízes e anti-vegetação)	→ Inspeção e limpeza das zonas correntes da cobertura - Anual → Ações de manutenção profundas (limpeza e eliminação de fungos, algas e vegetação parasitária através da aplicação de fungicidas, anti-algas e anti-raízes e vegetação). Dependendo da agressividade do meio - 5 ou 10 ou 15 Anos → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Recomendar e adotar desde a fase de projeto a utilização de membranas de impermeabilização com aditivos anti-raízes e anti-vegetação

Quadro 18 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)

Cobertura plana			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Arrancamento do sistema de impermeabilização	Caso a impermeabilização seja auto-protégida: → Remover os trechos de impermeabilização danificados - Recolocar material de impermeabilização novo - Fixar mecanicamente o sistema de impermeabilização ao seu suporte (na maioria dos casos a fixação é apenas por aderência levando à ocorrência deste fenômeno mais frequentemente)	→ Inspeção da fixação do sistema de impermeabilização quando existe camada de proteção - 5 ou 10 ou 15 Anos (dependendo da agressividade do meio) → Inspeção da fixação do sistema de impermeabilização quando não existe camada de proteção - Anual → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Prever a colocação de proteção pesada como revestimento → Se possível fixar mecanicamente o sistema de impermeabilização, com peças acessórias de qualidade e soldaduras bem executadas em obra → Caso a fixação do sistema seja efetuada através de colagem, garantir que a cola ou material utilizado é de qualidade e o procedimento construtivo é bem executado
	Caso a impermeabilização não seja auto-protégida: → Remover os trechos de impermeabilização danificados - Recolocar material de impermeabilização novo - Revestir a impermeabilização com uma camada de proteção como seixo rolado, lajetas de betão, ladrilhos, etc. (conforme acessibilidade da cobertura)		
Deterioração do revestimento superficial (camada de proteção)	→ Retirar o revestimento superficial - Averiguar se a camada inferior se encontra igualmente afetada - Caso se verifique que não foi afetada, substituir apenas o revestimento superficial por um novo - Caso se encontre também danificada proceder igualmente à sua reparação	→ Substituição da camada de proteção - 20 anos → Inspeção e ações de manutenção ligeira (limpeza) da camada de proteção - Anual → Ações de manutenção profundas (limpeza e eliminação de fungos, algas e vegetação parasitária através da aplicação de fungicidas, anti-algas e anti-raízes e vegetação), dependendo da agressividade do meio - 5 ou 10 ou 15 Anos → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Escolher um revestimento adequado face à localização e exposição do edifício, optando por soluções que apresentem uma durabilidade elevada
Condensações e perdas térmicas excessivas	→ Retirar todas as camadas de material que se encontrem sobre o isolamento térmico - Aferir o estado de conservação do material de isolamento térmico - Se necessário substituir o mesmo por um com as mesmas características - Em circunstâncias em que a anomalia se deva a um mau projeto de dimensionamento térmico da cobertura, proceder ao seu reforço	→ Verificação do estado de conservação da camada de isolamento térmico - 5 ou 10 ou 15 Anos (dependendo da agressividade do meio) → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Em projeto garantir que o dimensionamento térmico do edifício e em particular da cobertura foi executado corretamente → Em obra executar a colocação das camadas de isolamento térmico de forma a que não existam espaços que não se encontrem abrangido pelo material, evitando assim as pontes térmicas

Quadro 19 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)

Cobertura plana			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Formação de pregas	→ Retirar as camadas de material superiores até atingir o sistema de impermeabilização - Verificar se as pregas existem apenas no sistema de impermeabilização ou foi originada por anomalia da estrutura de suporte (deformações) - Averiguar se é possível alisar a impermeabilização sem a retirar, caso não o seja, retirar e recolocar uma nova	→ Inspeções e ações de manutenção ligeiras das camadas de impermeabilização e proteção - Anual → Substituição do sistema de impermeabilização e camada de proteção - 20 Anos → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Aplicação de proteção pesada como revestimento do sistema de impermeabilização → Quando utilizadas membranas de impermeabilização à base de misturas betuminosas, preferir as que apresentam elevadas temperaturas de amolecimento → Em obra garantir que quando colocadas, as telas se encontram completamente esticadas
Descolamento das juntas de sobreposição horizontais	→ Remover as camadas de material até alcançar as membranas do sistema de impermeabilização - Caso as membranas se encontrem em bom estado (sem fissuras, pregas, etc.), colocar entre as duas membranas do sistema existente uma nova e proceder à sua ligação. Desta forma aumenta-se a dimensão da junta promovendo uma melhor aderência - Recolocar devidamente as camadas de material superiores retiradas para executar o referido procedimento	→ Inspeção do estado de conservação das juntas de sobreposição - Anual → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Aplicação de proteção pesada para evitar incidência intensa de vento e radiação ultravioleta → Optar por utilizar materiais com elevadas temperaturas de amolecimento → Garantir que os trabalhos em obra são bem executados e é garantida uma largura de sobreposição suficiente
Descolamento dos remates em elementos emergentes ou imergentes	→ Averiguar se a membrana ainda apresenta condições para continuar a ser utilizada, ou se para além do descolamento também se encontra danificada - Para recolocar a membrana ou aplicar uma nova, seguem-se os passos referidos para a fissuração dos remates	→ Inspeção dos remates com muretes e platibandas - Anual → Ações de manutenção ligeira dos remates - Anual → Inspeção do estado de conservação de peças de fixação - Anual → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Aplicação de perfis de remate ou outras soluções que permitam o encastramento da membrana no suporte → Garantir que as membranas não ficam expostas nos bordos dos elementos → Aplicação nas condições atmosféricas recomendadas pelos fabricantes dos materiais utilizados

Quadro 20 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)

Cobertura plana			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Fissuração dos remates nas zonas de juntas de dilatação	<p>→ Delimitar a zona a intervir - Proceder à limpeza de detritos e sujidades aí presentes - Remover a camada de impermeabilização que faz de remate ao vedante elástico e as camadas inferiores - Garantir que o corte realizado para a remoção da membrana é no mínimo igual à dimensão da fissura observada - Caso a membrana seja de PVC deve executar-se o corte com recurso a ar quente, se for betuminosa este procedimento deverá ser efetuado com recurso a um maçarico, evitando assim a perfuração das membranas inferiores - Colocar novamente a membrana fissurada e revesti-la por uma de características físicas idênticas e em bom estado, colocando-a segundo o mesmo sentido de aplicação da membrana previamente existente (permite uma melhor coesão dos materiais) - Verificar que os trabalhos foram bem executados, não se observando zonas com falta de aderência - Proceder à limpeza do local da intervenção - Se possível averiguar a estanquidade da zona intervirionada através da realização de um ensaio apropriado para o efeito</p>	<p>→ Inspeção e ações de manutenção ligeiras nas juntas de dilatação - Anual → Intervenções profundas nas juntas de dilatação (substituição de materiais em fim de vida útil) - Decenal → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Escolher materiais de qualidade e com uma resistência mecânica apropriada (tração e compressão, dado que estes dois esforços estão na génese da maior parte dos casos de fissuração de remates em zonas próximas das juntas de dilatação) → Em coberturas acessíveis é em muitos casos executada a camada de proteção pesada rígida sem interrupção sobre a junta de dilatação provocando a ocorrência de movimentos diferenciais. Nestes casos ou outros em que se prevejam esforços derivados destes movimentos, deve ser interposta uma camada de material com o objetivo de dessolidarizar o remate, por exemplo em feltro de poliéster ou fibra de vidro → As telas utilizadas devem ser flexíveis e deformáveis e estar dimensionadas para acompanhar os movimentos originadas pelas juntas de dilatação</p>

Quadro 21 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (continuação)

Cobertura plana			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Fissuração dos remates em zonas de elementos emergentes ou imergentes	<p>→ Retirar as peças de fixação do perfil de remate do elemento - Retirar a membrana que faz o remate e que se encontra fissurada - Regularizar a superfície de assentamento do remate, caso se verifiquem irregularidades - Aplicar uma membrana nova - Averiguar a adequada aderência ao elemento que a suporta - Se necessário colocar mais peças de fixação com o intuito de diminuir os esforços gerados</p>	<p>→ Inspeção dos remates com muretes e platibandas - Anual → Ações de manutenção ligeira dos remates - Anual → Inspeção do estado de conservação de peças de fixação - Anual → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Prever a colocação de proteções verticais na zona dos remates, seccionadas por juntas devidamente espaçadas (espaçamentos nunca superiores a 2 metros) → Aplicação de bandas de dessolidarização entre o revestimento do remate e a platibanda, evitando incompatibilidades físicas entre materiais, como o comportamento térmico e mecânico, mitigando assim contrações e dilatações ou movimentos diferenciais. Envolver ainda a platibanda com um isolamento térmico, fornecendo uma proteção extra a fenómenos térmicos → No caso de tubagens emergentes deve realizar-se a sua cintagem e fixação no bordo superior dos remates e a inclusão de um cordão de dessolidarização contornando-as na base do remate</p>
Entupimento de ralos, caleiras e tubos de queda ou inexistência de ralos de embocadura	<p>→ Proceder à limpeza das tubagens que se encontrem obstruídas por detritos - Instalação de um ralo de pinha - Caso este produto seja de PVC, introduzir um bocal que deverá ser soldado e posteriormente encaixar à pressão o ralo de pinha neste - Se o ralo de pinha for de HDPE (polietileno de alta densidade) para o encaixar é apenas necessário pressionar o produto contra o tubo</p>	<p>→ Intervenções preventivas (limpeza do sistema de drenagem) - Anual → Inspeções de controlo do funcionamento do sistema de drenagem - Semestral → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Nas embocaduras colocar ralos de pinha, ou outros idênticos, evitando assim a passagem de detritos e sujidades de maiores dimensões para a rede de drenagem de águas pluviais → Garantir que são efetuadas operações de limpeza periódicas dos órgãos de drenagem, bem como da cobertura em geral</p>

Quadro 22 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas (conclusão)

Cobertura plana			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Inadequado capeamento das platibandas	Pode optar-se por uma das seguintes soluções:	→ Inspeção do estado de conservação do capeamento de platibandas - Anual → Ações de manutenção ligeira de remates e capeamento de platibandas - Anual → Inspeção do estado de conservação de peças de fixação - Anual → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Em qualquer das soluções adotadas deve garantir-se uma ligeira pendente da camada de capeamento com o intuito de evitar a acumulação de água → Durante o processo construtivo garantir que os materiais se encontram em bom estado e são devidamente aplicados → Verificar que as soluções adotadas foram bem executadas em obra por parte dos trabalhadores, não se evidenciando erros
	→ Fixação mecânica de uma chapa metálica à platibanda, utilizando acessórios como anilhas vedantes para evitar a infiltração de água e a sua acumulação no interior desta → Revestir a parte superior da platibanda com peças em betão ou pedra, as quais assentam em cimento-cola, não necessitando desta forma de recorrer a fixações mecânicas com furações → Capeamento da platibanda com recurso a uma membrana de impermeabilização que seja auto-protetida, garantindo-se que a gola exterior apresenta no mínimo 5 cm e que é colocado um perfil com fixação mecânica		
Perda de água em caleiras	Quando é necessário remover definitivamente a caleira:	→ Intervenções preventivas (limpeza do sistema de drenagem) - Anual → Inspeções de controlo do funcionamento do sistema de drenagem - Semestral → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Utilização de materiais de qualidade e com bom comportamento à corrosão → Na fase de projeto realizar um adequado dimensionamento hidráulico, garantindo que a secção definida para a caleira é capaz de escoar a água que a ela afluir → Durante o processo construtivo assegurar a boa execução dos trabalhos, como a fixação das caleiras e o seu ligeiro desnivelamento
	Quando é possível reparar a caleira já existente:		
	→ Na presença de furos ou fendas devem tapar-se os mesmos com um revestimento betuminoso e com recurso a uma trincha → Na existência de musgo ou outro tipo de incrustações, devem remover-se estas com uma espátula. No caso do musgo é aconselhável posteriormente aplicar um produto próprio que o elimine definitivamente		

Na Figura 53 ilustram-se algumas das patologias referidas anteriormente ao nível das coberturas planas.

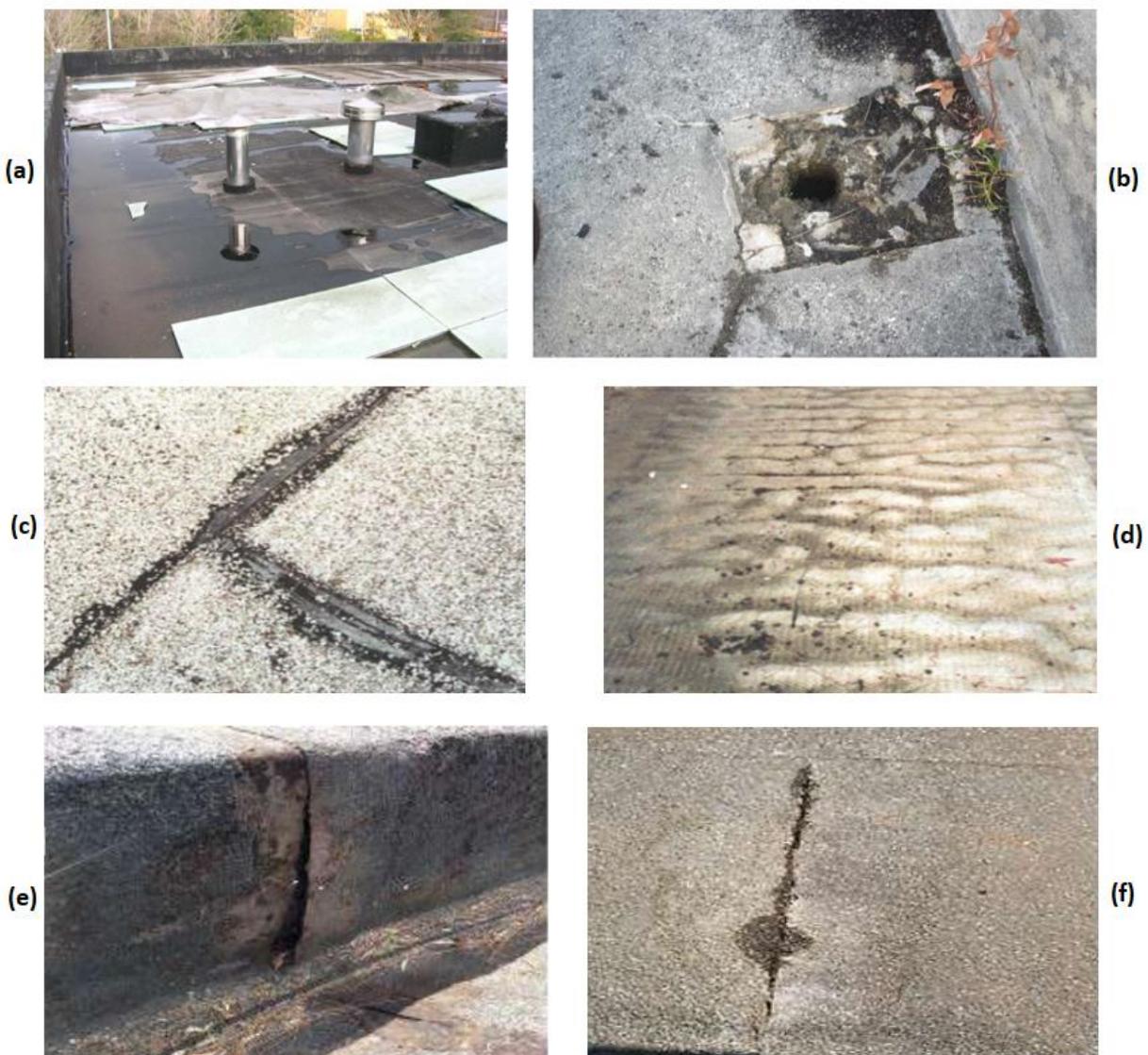


Figura 53 – Patologias em coberturas planas; (a) Deficiente execução das pendentes de escoamento e sistema de drenagem (acumulação de água); (b) Acumulação de detritos e sujidade junto a órgão de drenagem (inexistência de ralo de embocadura); (c) Desprendimento do granulado mineral de autoproteção; (d) Formação de pregas na superfície da impermeabilização; (e) Descolamento da junta de sobreposição numa platibanda; (f) Juntas de sobreposição com largura insuficiente (reproduzido de (J. C. G. V. de Sousa, 2009), (Walter et al., 2018), (Conceição, 2015))

5. ELEMENTO CONSTRUTIVO “PAREDE DE FACHADA”

5.1 Enquadramento

As paredes de fachada, como elementos construtivos pertencentes à envolvente exterior de um edifício, estão sujeitas ao cumprimento de diversas funções e exigências funcionais, possuindo um papel fulcral no desempenho térmico e acústico e na garantia do conforto dos ocupantes.

Deste modo tem vindo a denotar-se um aumento significativo dos níveis de exigência no plano do conforto dos ocupantes dos edifícios ao longo dos últimos anos. Deste modo e como qualquer outro elemento construtivo que compõe um edifício, as paredes de fachada assumem um papel determinante na satisfação das referidas exigências (Leca, 2018).

Com efeito o quadro normativo e legislativo nacional tem vindo a contemplar a integração de novos materiais ou conceção de novas tecnologias construtivas, para que seja possível respeitar os novos requisitos de conforto térmico e acústico, bem como da proteção e segurança ao fogo (Weber - Saint Gobain, 2015).

Em consequência destas vicissitudes, edifícios construídos há mais tempo deixaram de cumprir os novos requisitos funcionais exigidos para as paredes exteriores, acabando posteriormente por ser necessário proceder-se à reparação ou reabilitação destes elementos, para que assegurem adequadas condições de habitabilidade aos ocupantes do edifício. A modificação e a maior exigência para com os requisitos funcionais das paredes de fachada têm como objetivo garantir sucessivamente uma maior durabilidade destas, tardando o mais possível o aparecimento de patologias.

Como qualquer elemento construtivo pertencente à envolvente exterior de um edifício, as paredes de fachada estão recorrentemente expostas às ações climatéricas e aos demais agentes erosivos, sendo a camada de revestimento a mais sujeita à degradação, podendo depois provocar danos nas restantes camadas de material que compõem a solução construtiva (Boto, 2014).

Dado que existem variados tipos de revestimentos que podem ser aplicados em quase todas as soluções construtivas referentes a edifícios multifamiliares, exibe-se de seguida um levantamento estatístico levado a

cabo pelo LNEC e pelo INE, o mesmo já referenciado previamente neste documento, para uma melhor compreensão do panorama evidenciado em Portugal.

De acordo com o último Recenseamento Geral da Habitação, à data de 2011, a maioria dos edifícios portugueses encontrava-se revestido ao nível das paredes exteriores por reboco tradicional ou marmorite, como é possível averiguar pelo exposto na Figura 54.

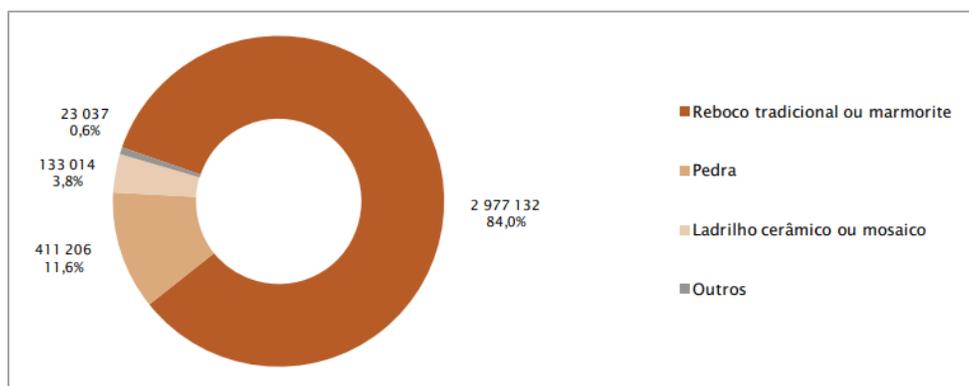


Figura 54 - Número de edifícios de habitação existentes segundo o revestimento da fachada em 2011 (reproduzido de (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013))

No espaço temporal de 2001 a 2011, constatou-se um aumento significativo (52,3%) do número de edifícios que apresentavam revestimento em reboco nas paredes de fachada, sendo de denotar um decaimento nas soluções de revestimento em pedra (-10,7%) e material cerâmico (-6,6%) (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013).

A proporção de edifícios com revestimento em reboco tradicional ou marmorite foi superior a 66% em todas as regiões do País, sendo que em 13 das 30 regiões NUTS III (Figura 55), atingiu uma aplicabilidade igual ou superior a 90%. As regiões do norte do País são aquelas que apresentam uma menor utilização do reboco como revestimento, sendo ainda assim o revestimento mais utilizado, havendo ainda uma construção com revestimento em pedra considerável em várias zonas desta região.

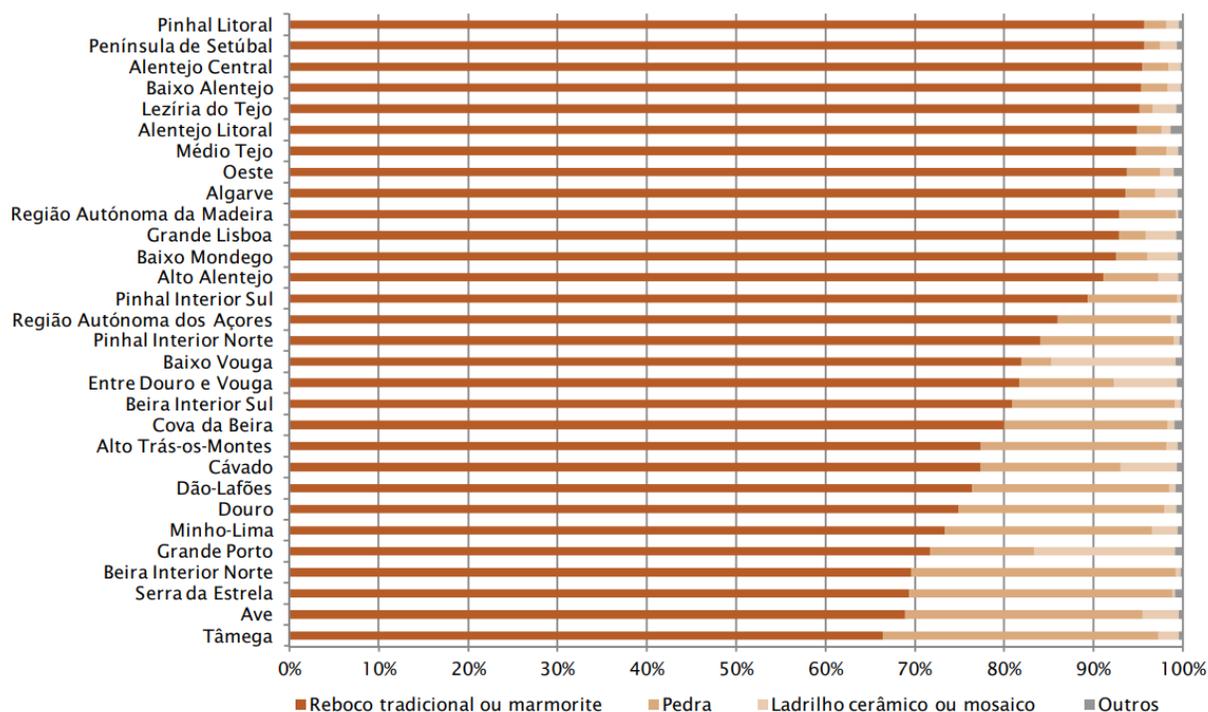


Figura 55 - Distribuição, por NUTS III, dos tipos de revestimentos utilizados em paredes de fachada (reproduzido de (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013))

A título exemplificativo, uma das regiões nortenhas em que tal facto não é evidenciado é a correspondente ao Grande Porto, uma das que mais se destaca a nível nacional no que toca à aplicação de revestimentos em material cerâmico, com valores a rondar os 15%.

Através da observação da Figura 56, é também possível confirmar a elevada aplicação do reboco tradicional ou marmorite como o revestimento em edifícios de habitação, nomeadamente quando começaram a ser empregues em maior número as argamassas na construção.

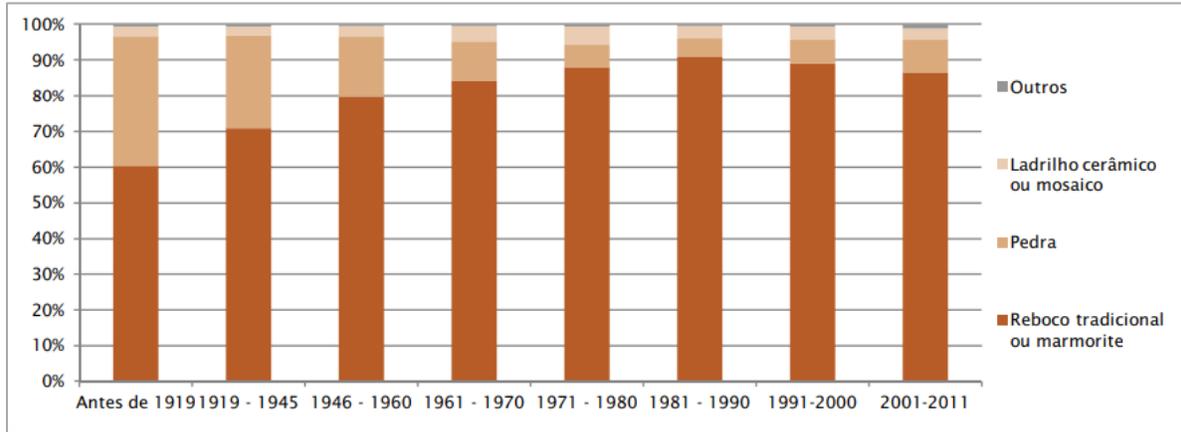


Figura 56 - Distribuição dos edifícios de habitação segundo o revestimento da fachada e por época de construção (reproduzido de (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013))

Por último é possível ainda constatar um facto interessante relacionado com o revestimento adotado em paredes de fachada, consoante o número de pisos do edifício de habitação (Figura 57).

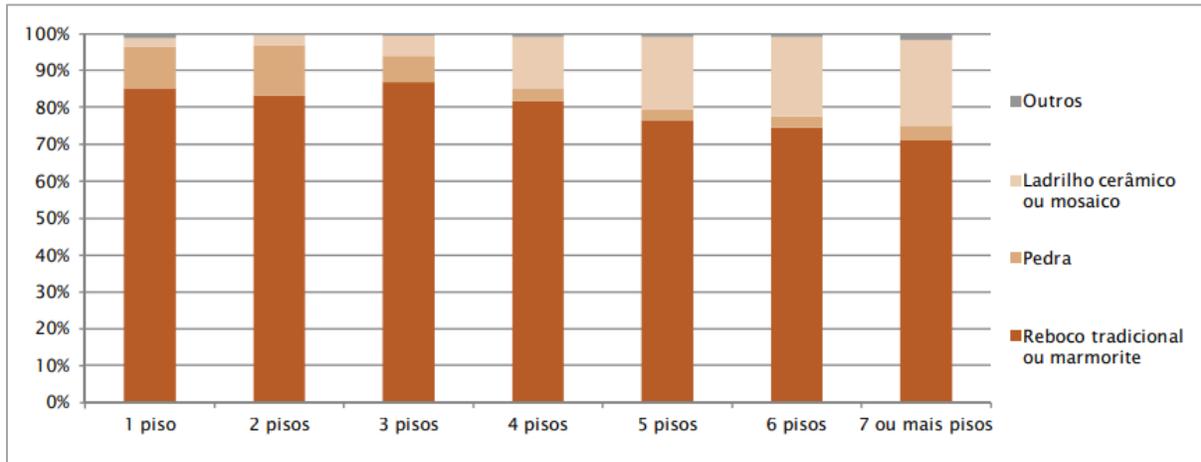


Figura 57 - Distribuição dos edifícios de habitação segundo o revestimento da fachada e o número de pisos (reproduzido de (Instituto Nacional de Estatística & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013))

Como se pode constatar o reboco tradicional ou marmorite é claramente a solução de revestimento mais adotada, independentemente do número de pisos que constituem um determinado edifício de habitação. No entanto em edifícios mais altos, nomeadamente os multifamiliares que por norma possuem mais pisos, o revestimento em material cerâmico é bastante aplicado e constitui uma solução corrente para o efeito.

5.2 Parede Dupla de Alvenaria de Tijolo Vazado

Esta solução construtiva é atualmente a mais utilizada em Portugal nas fachadas de edifícios de habitação multifamiliar (fibran, 2019).

A sua implementação em obra dispensa mão-de-obra especializada e o seu constituinte principal (tijolo) é fabricado em grande quantidade a nível nacional e com qualidade, já que a matéria-prima necessária existe em abundância e é trabalhada há vários anos por empresas que já apresentam muito conhecimento e dominam este tipo de tecnologia construtiva (V. Ferreira et al., 2017).

Surgiu e começou a ser implementada com mais expressão devido à necessidade latente de diminuir a espessura total da parede e melhorar o desempenho térmico das habitações, dado que as soluções construtivas anteriores à sua origem baseavam-se em alvenarias de pedra extremamente pesadas que não permitiam cumprir e assegurar os requisitos funcionais, para além de inviabilizarem a construção em altura (Celis, 2017).

Não obstante existem bastantes variantes desta solução construtiva, nomeadamente no que concerne às espessuras dos dois panos de alvenaria de tijolo vazado.

Inicialmente eram executados panos exteriores de alvenaria com 11 cm e interiores com 7 cm, o que conduzia a uma parede exterior bastante esbelta, o que contribuiu para um fraco desempenho a nível funcional da mesma, não sendo uma boa prática adotar esta configuração (Mateus, 2004).

Posteriormente começou a adotar-se uma configuração que contempla um pano exterior com 15 cm de espessura e um interior com 11 cm ou 12 cm consoante as medidas que o fabricante dispõe (Mateus,

2004). Esta é portanto a tipologia mais comum de se observar em edifícios multifamiliares, inclusivamente aos dias de hoje, no que toca a paredes duplas de alvenaria de tijolo furado.

As paredes duplas em alvenaria de tijolo vazado apresentam por norma uma caixa-de-ar que é total ou parcialmente preenchida por um isolamento térmico, que é empregue sob a forma de placas ou projetado. Os materiais passíveis de serem utilizados para o isolamento térmico de paredes de fachada são idênticos aos já mencionados no capítulo referente às coberturas, sendo normalmente aplicadas placas de poliestireno extrudido (XPS) ou de lã de rocha.

Relativamente aos revestimentos ou acabamentos estes podem ser diversos, por norma são assentes numa camada de reboco e vão desde os mosaicos cerâmicos até às placas de pedra, podendo ser também simplesmente pintadas, isto no que toca à face exterior da parede (Flores et al., 2020). Na face interior da parede (interior da habitação) por norma o revestimento é dado por uma pintura.

Na Figura 58 é apresentado um corte esquemático da solução construtiva em questão.

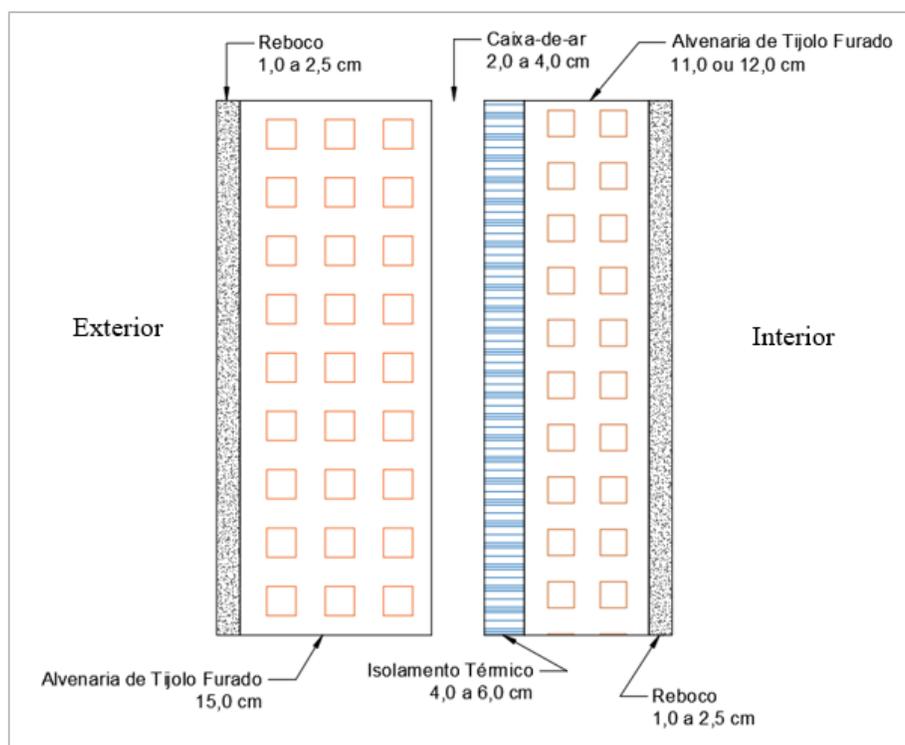


Figura 58 - Parede dupla de alvenaria de tijolo furado, representação esquemática não realizada à escala

5.3 Parede Simples com Isolamento Contínuo pelo Exterior

Esta solução construtiva mais conhecida por ETICS (External Thermal Insulating Composite Systems), que é a sua designação em língua inglesa, surge em Portugal na década de 1980, mas tem vindo a ganhar cada vez mais preponderância no contexto nacional referente à conceção de paredes de fachada em edifícios multifamiliares, nomeadamente nos últimos 15 anos, onde passou a ser cada vez mais implementada (Associação Portuguesa dos Fabricantes de Argamassas e ETICS, 2021).

O seu aparecimento surgiu na tentativa de melhorar o comportamento térmico das paredes exteriores através de uma melhor correção das pontes térmicas e da disponibilização de praticamente toda a massa da parede para a inércia térmica interior (Mateus, 2004).

Deste modo, o facto de o isolamento térmico não apresentar descontinuidades e se encontrar posicionado junto à face exterior da parede permite prevenir pontes térmicas e conseqüentemente condensações que podem levar ao desenvolvimento de fungos e patologias semelhantes, bem como garantir um melhor desempenho energético dos edifícios, contribuindo para a poupança sustentada de energia para climatização, quer durante a estação de aquecimento e de arrefecimento (Leão, 2017).

Para além dos benefícios anteriormente expostos esta tipologia construtiva contribui para uma maior durabilidade dos restantes materiais que compõem a parede, bem como para uma melhor qualidade do ar interior, já que previne a ocorrência de condensações e exhibe uma menor massa e espessura comparativamente ao sucedido em paredes duplas (N. A. Ribeiro, 2013).

Como pontos menos favoráveis da implementação desta solução construtiva em paredes de fachada estão a grande quantidade de resíduos gerados, nomeadamente no que concerne ao elemento de suporte que tanto pode ser em alvenaria de blocos de betão leve como de tijolo furado, bem como a necessidade da incorporação de mão-de-obra especializada na construção a fim de evitar erros, já que esta é uma solução relativamente recente e é necessário conhecer certos aspetos e técnicas construtivas distintas das habituais (Leão, 2017).

Conforme já referido previamente, esta solução construtiva apresenta um pano de alvenaria em blocos de betão leve ou de tijolo furado, normalmente com espessuras de 20 ou 22 cm.

Por norma o isolamento térmico mais utilizado são as placas de poliestireno expandido (EPS) já que é aquele que é capaz de garantir o melhor desempenho, tendo em conta que estará mais próximo do exterior, tendo por isso de possuir uma baixa absorção de água, o que os demais isolamentos térmicos têm mais dificuldade em garantir. Por norma em Portugal as espessuras correntemente adotadas para este isolamento térmico são iguais ou superiores a 60 mm, dados os requisitos térmicos a cumprir (ACEPE, 2017).

É igualmente importante referir que a espuma de poliestireno expandido não modificada (classe de inflamabilidade G4) é bastante inflamável, e da sua combustão ocorre a formação de fumo tóxico de vários graus e intensidades. Por esta razão, os produtos fabricados com este material, quando o mesmo não é tratado (classe de inflamabilidade G4) não possuem certificados de homologação para uso em obras (Buildex.techinfus, 2021).

Deste modo os fabricantes utilizam poliestireno expandido modificado através da inclusão no seu fabrico de aditivos especiais (retardadores de fogo), passando o material a ser designado como poliestireno auto extingüível, baixando da classe que apresenta tradicionalmente para uma classe de inflamabilidade G3 (Buildex.techinfus, 2021).

Assim com esta modificação, aliada a uma instalação correta em obra, este material não acarreta qualquer ameaça para a segurança contra incêndios, sendo por isso amplamente utilizado como isolamento na envolvente dos edifícios (Buildex.techinfus, 2021).

Como acabamento exterior é comum a aplicação de um reboco armado de ligantes minerais com cerca de 1 cm, e interiormente um reboco tradicional de 1,5 cm a 2,0 cm (Figura 59) pintado posteriormente (Mateus, 2004).

Através da visita a alguns edifícios multifamiliares, em construção, na Região do Vale do Ave, nomeadamente localizados nas cidades de Vila do Conde, Póvoa de Varzim e Trofa, constatou-se também que esta é efetivamente uma solução construtiva bastante adotada.

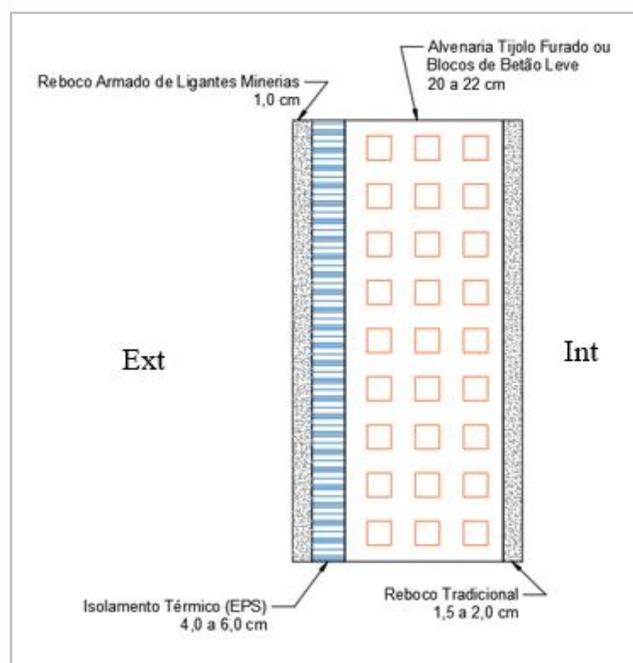


Figura 59 - Parede simples com isolamento contínuo pelo exterior, representação esquemática não realizada à escala

Outro fator de relevo é a crescente preferência pelo emprego dos já referidos blocos térmicos, principalmente os de betão leve de agregados de argila expandida, em substituição do tijolo cerâmico tradicional em tipologias construtivas deste género.

Tal deve-se aos benefícios que os blocos térmicos apresentam, quando comparados com o tijolo tradicional, dos quais se destacam, a melhor planimetria que conferem à estrutura, ou seja, a parede dificilmente “nasce” empenada, dado as dimensões da peça e o facto de apresentarem encaixes do tipo macho-fêmea, o que contribui para que, havendo algum cuidado no assentamento, seja possível colar diretamente o revestimento cerâmico e as placas de isolamento térmico do ETICS sobre o bloco térmico (Leca Portugal, 2020).

Para além da razão anteriormente referida, destacam-se ainda a possibilidade de melhor o desempenho térmico e acústico das habitações, propiciar uma melhor aderência das argamassas de base cimentícia e a resistência ao fogo (Leca Portugal, 2020).

O comportamento ao fogo é, de facto, uma das grandes mais-valias dos blocos térmicos, dado que devido à sua constituição, verifica-se a ausência de fenómenos de *spalling*, os quais se encontram relacionadas com a libertação de lascas ou pedaços de betão da superfície de um elemento estrutural, quando exposto a elevadas temperaturas (Ciriades, 2018).

5.4 Parede Ventilada

As paredes ou fachadas ventiladas perfilam-se como uma tecnologia construtiva que surgiu com o intuito de diminuir as espessuras destes elementos e consequentemente torna-los mais leves e mais eficientes sem a necessidade de recorrer a uma quantidade de material tão grande (Mateus, 2004).

Este tipo de solução construtiva para além de poder ser incluída em edifícios novos, adquire também uma excelente potencialidade de aplicabilidade no que toca à reabilitação de paredes exteriores que apresentem patologias como fissuração, condensações por falta de impermeabilização ou problemas de isolamento térmico e ou acústico (F. M. V. P. Mendes, 2009).

Por estas razões têm vindo a ser mais adotadas em Portugal, como solução para paredes de fachada de edifícios multifamiliares, contribuindo para uma modernização dos mesmos (Goulart, 2021).

O elemento de suporte típico em soluções deste género corresponde a uma parede simples de alvenaria de tijolo furado ou blocos de betão, sendo que o isolamento térmico adotado usualmente é a espuma de poliuretano projetado, sendo este isolamento contínuo pelo exterior (Mateus, 2004).

Ao nível do acabamento exterior são utilizados geralmente revestimentos cerâmicos, painéis de madeira, pedra ou painéis metálicos que serão fixados ao pano de alvenaria através de uma estrutura metálica.

Uma das principais vantagens inerentes à escolha de uma solução de parede ventilada é a eliminação de pontes térmicas, já que o isolamento é contínuo passando pela frente dos pilares e lajes de piso que compõem o edifício, não existindo por isso zonas frágeis que propiciem a perda e ganho de energia térmica em excesso para o interior do edifício (Knaufinsulation, 2021).

O facto de existir uma caixa-de-ar entre o revestimento e o isolamento, assegurada pela existência da estrutura metálica de fixação, facilita a evacuação do vapor de água evitando deste modo o risco de ocorrência de condensações e acumulação de humidade.

Por esta razão a gama de materiais de isolamento passível de ser integrada numa solução deste tipo é também mais ampla, já que não é estritamente necessário que estes sejam muito pouco sensíveis à humidade, não limitando tanto a escolha, podendo, por exemplo, recorrer-se a placas de aglomerado de cortiça que exhibe boas qualidades térmicas e acústicas em simultâneo (Mateus, 2004).

Por outro lado e comparativamente às soluções mais convencionais, como as paredes duplas de alvenaria de tijolo furado, esta tecnologia construtiva é mais dispendiosa a nível económico, revelando custos de investimento mais elevados, no entanto tal facto poderá ser mitigado ou inclusive compensado por custos de manutenção bastante reduzidos, já que ao ser composta por elementos independentes, a substituição ou reparação de peças danificadas é mais fácil (Macedo, 2015).

Apesar de ainda não ser uma tipologia construtiva amplamente aplicada em edifícios multifamiliares portugueses, é aqui incluída, por apresentar um conjunto interessante de vantagens, quer na perspetiva da reabilitação, como em construção nova, sendo expectável que venha a adquirir mais protagonismo nos próximos anos.

Na Figura 60 encontra-se representado um corte esquemático de uma fachada ventilada “tipo”.

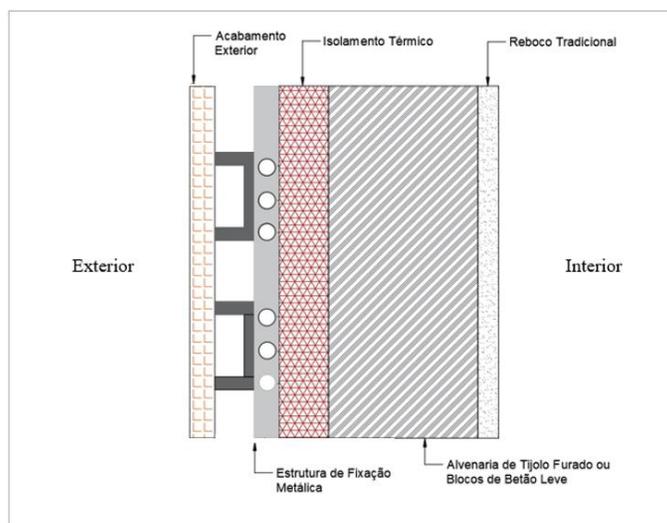


Figura 60 - Fachada ventilada, representação esquemática não realizada à escala

5.5 Principais manifestações patológicas

As paredes de fachada de edifícios multifamiliares constituem um dos elementos construtivos onde é possível, facilmente, observar uma grande variedade de manifestações patológicas, visto que estas tendem a incidir recorrentemente nos elementos de revestimento.

Deste modo as principais patologias em fachadas encontram-se então relacionadas com a degradação dos revestimentos, que em última instância podem conduzir à queda do material, levando a sérios danos materiais mas acima de tudo humanos, especialmente em edifícios multifamiliares onde a altura de queda é, normalmente, bastante considerável.

A fissuração e descolamento dos revestimentos conduz ao desenvolvimento de uma grande gama de outras patologias, dado que sendo a primeira camada de proteção dos restantes materiais que compõem uma parede de fachada, se não estiverem em perfeitas condições levarão à deterioração dos restantes materiais, como por exemplo através de infiltrações.

Um dos principais problemas denotado nos dias de hoje está diretamente relacionado com as soluções que contemplam o ETICS, uma vez que é uma tecnologia construtiva relativamente recente com o emprego de alguns materiais com características e especificidades diferentes dos mais comuns (Amaro et al., 2013).

Por esta razão muitas das patologias inerentes a este tipo de solução construtiva advêm de erros na execução em obra, quando os trabalhadores designados para os trabalhos não estão inteiramente familiarizados com os corretos procedimentos e boas práticas construtivas.

Outros fatores que regularmente contribuem para a verificação de inúmeras patologias em paredes de fachada, bem como nos restantes elementos construtivos que compõem um edifício multifamiliar, são a falta de fiscalização por parte de quem conduz todo o processo construtivo, a ausência de pormenores construtivos ou a falta de pormenorização que acabam por não auxiliar quem vai proceder à construção, como também a celeridade exigida pelos vários intervenientes do setor da construção que propicia o aparecimento de erros e ainda numa fase de utilização do edifício a falta de manutenção evidenciada.

Para uma compreensão e leitura mais simples, as principais patologias e possíveis causas inerentes ao seu aparecimento e desenvolvimento são apresentadas, de seguida, sob o formato de um quadro. De notar que podem existir mais patologias e conseqüentemente mais causas para a sua manifestação, mas para o efeito serão apenas abordadas as mais comuns e relativas à tipologia construtiva referida, sendo apontadas as que facilmente se identificam por inspeção visual, mas também algumas que apesar de não serem facilmente observáveis, são igualmente identificáveis através de sinais que apontam para a sua existência.

Para a construção dos Quadros 23 a 28, concorreram os trabalhos publicados por diversos autores, onde constam patologias e possíveis causas para a sua manifestação, nomeadamente, (Sequeira, 2017), (Andrade, 2016), (apfac, 2015), (Fortunato, 2017), (Chaves, 2009), (A. R. R. Silva, 2010), (Abrantes & Silva, 2007), (V. Sousa et al., 2005), (Leal, 2009), (Neves, 2021), (Freitas & Miranda, 2014), (Leão, 2017), (N. A. Ribeiro, 2013).

Quadro 23 - Principais patologias e causas associadas a paredes de fachada com revestimento cerâmico

Descrição da patologia	Causas mais frequentes
Paredes de fachada com revestimento cerâmico	
Descolamentos	→ Má aplicação em obra
	→ Falta de qualidade dos materiais de colagem
	→ Escolha inadequada do tipo de ladrilho a adotar (coeficiente de expansibilidade deve ser tido em conta consoante a localização geográfica do edifício)
	→ Impactos sobre o revestimento
	→ Fissuração do revestimento cerâmico
	→ Escolha inadequada do material de colagem
	→ Escolha inadequada do material para preenchimento de juntas
	→ Escolha inadequada da cor do material cerâmico (cores escuras retêm mais calor aumentando a dilatação) → Incompatibilidade de materiais (cerâmico e suporte)
Fissuração	→ Tensões de aderência elevadas
	→ Impactos sobre o revestimento
	→ Deficiente assentamento dos ladrilhos (propicia a rotura por flexão)
	→ Expansões elevadas das colas ou argamassas utilizadas para o assentamento do revestimento
	→ Escolha inadequada do tipo de ladrilho a adotar (coeficiente de expansibilidade deve ser tido em conta consoante a localização geográfica do edifício)

Quadro 24 - Principais patologias e causas associadas a paredes de fachada com revestimento cerâmico
(continuação)

Descrição da patologia	Causas mais frequentes
Paredes de fachada com revestimento cerâmico	
Eflorescências	→ Deposição de sais dissolvidos em água na superfície do revestimento
	→ Superfícies permanentemente húmidas favorecem a dissolução dos sais
	→ Materiais com alto teor de sais solúveis na sua composição (como alguns cimentos usados para a fixação do revestimento)
	→ Areia utilizada na argamassa continha impurezas (material torna-se mais porosa e facilita o transporte dos sais solúveis na água)
	→ Fissuras no revestimento cerâmico ou incorreta selagem de juntas promovem também a infiltração de sais
Deterioração das juntas	→ Fissuração do material de preenchimento das juntas
	→ Ocorrência de movimentos diferenciais (contrações e dilatações devidas à ação da temperatura)
	→ Ação de sais dissolvidos em água
	→ Largura das juntas insuficiente (não permite a acomodação dos movimentos do revestimento e da argamassa de assentamento)
	→ Erros na execução das juntas em obra (nomeadamente devido à falta de limpeza da superfície)
	→ Escolha ineficaz do tipo de material para o preenchimento das juntas
Descasque	→ Presença excessiva de sais na base do revestimento
	→ Ciclos gelo-degelo
	→ Incompatibilidade de coeficientes de dilatação térmica (material de assentamento e material cerâmico)

Quadro 25 - Principais patologias e causas associadas a paredes de fachada com revestimento em reboco

Descrição da patologia	Causas mais frequentes
Paredes de fachada com revestimento em reboco	
Eflorescências	→ Deposição de sais dissolvidos em água na superfície do revestimento
	→ Superfícies permanentemente húmidas favorecem a dissolução dos sais
	→ Materiais com alto teor de sais solúveis na sua composição (como alguns cimentos usados para o fabrico do reboco)
	→ Areia utilizada na argamassa continha impurezas (material torna-se mais porosa e facilita o transporte dos sais solúveis na água)
	→ Fissuras no reboco promovem a infiltração de sais

Quadro 26 - Principais patologias e causas associadas a paredes de fachada com revestimento em reboco
(continuação)

Descrição da patologia	Causas mais frequentes
Paredes de fachada com revestimento em reboco	
Fissuração	<ul style="list-style-type: none"> → Infiltração de água nos poros do material (ciclos gelo-degelo ou molhagem-secagem) → Fissuração da parede → Reboco fissurados em zonas de transição de materiais diferentes → Contrações e dilatações térmicas → Preenchimento das juntas incorreto ou envelhecimentos das mesmas → Impactos ou choques sobre o reboco → Desenvolvimento de vegetação parasitária em algumas fissuras provoca o aumento das mesmas → Transporte de partículas sólidas pelo vento contribui para fenômenos de erosão → Erros de execução em obra (composições e dosagens do reboco incorretas, falta de humidificação da camada de base, aplicação de camadas demasiado espessas, aplicação em condições meteorológicas adversas e massas de reboco em mau estado no momento de aplicação)
Atividade de seres vivos	<ul style="list-style-type: none"> → Desenvolvimento de algas, bactérias, líquenes, fungos ou vegetação sobre a superfície do reboco → Atividade animal (nomeadamente por parte de aves através das fezes corrosivas)
Descolamento do reboco	<ul style="list-style-type: none"> → Falta de rugosidade → Sujidade na camada de suporte do reboco → Falta de humedecimento do suporte do reboco → Excesso de água na amassadura para fabrico do reboco → Doseamento incorreto de ligante para o fabrico do reboco → Aplicação em obra sob condições atmosféricas adversas (chuva intensa ou calor)
Abaulamento do reboco (convexidades)	<ul style="list-style-type: none"> → Permanência de água e humidade na superfície que suporta o reboco → Cristalização de sais dissolvidos na água
Destacamento do reboco	<ul style="list-style-type: none"> → Movimentos diferenciais entre reboco e suporte (geram-se tensões que ultrapassam a capacidade resistente do material) → Má ligação entre base e reboco

Quadro 27 - Principais patologias e causas associadas a paredes de fachada com ETICS

Descrição da patologia	Causas mais frequentes
Paredes com sistema ETIC'S	
Fissuração	<ul style="list-style-type: none"> → Aplicação inadequada do sistema em superfícies horizontais → Ausência de armadura em pontos singulares → Escolha inadequada do tipo de armadura → Recobrimento da armadura insuficiente → Cor do revestimento (cores escuras absorvem mais facilmente radiação solar) → Deficiente aplicação dos perfis de arranque do sistema → Falta de sobreposição dos bordos de faixas contíguas de armadura → Contrações ou dilatações térmicas dos materiais do sistema → Incorreto tratamento das juntas de dilatação → Má fixação das placas de isolamento → Instabilidade do suporte → Revestimento com espessura insuficiente (muito reduzida) → Isolamento demasiado rígido ou revestimento pouco flexível → Retração da argamassa
Descolamento	<ul style="list-style-type: none"> → Preparação do suporte mal executada → Escolha incorreta do produto de colagem, quantidade insuficiente do mesmo ou incorreta aplicação → Movimentos do suporte → Infiltrações de água (normalmente pelo bordo superior do sistema)
Perfuração	<ul style="list-style-type: none"> → Choques ou impactos (muitas vezes proporcionados ainda durante a fase de construção pelo encosto de andaimes, escadas ou outros equipamentos sem as devidas proteções) → Passagem de cablagem pelo sistema sem os devidos cuidados ou em zonas não recomendadas → Atos de vandalismo ou ações de acidente como choque de veículos → Má fixação de tubos de queda e caleiras
Falta de planeza do sistema	<ul style="list-style-type: none"> → Deficiente nivelamento do suporte → Choques repetidos de andaimes ou escadas → Aplicação irregular da camada de colagem → Recobrimento das placas insuficiente → Ausência de regularidade das placas aplicadas
Visualização das juntas das placas de isolamento	<ul style="list-style-type: none"> → Ciclos de molhagem e secagem das placas → Negligência na execução em obra → Aparecimento de pontes térmicas (diferenças de temperatura significativas entre placas contíguas devido ao afastamento entre elas)
Alteração do aspeto exterior do sistema (manchas, textura, cor, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> → Repinturas mal efetuadas → Manchas provocadas pela oxidação de elementos metálicos de caixilharias ou capeamentos → Fixação de poeiras em zonas com escorrência de água → Realização de operações de correção no acabamento descuidadas → Escolha de cores impróprias face à exposição da fachada principalmente à radiação solar

Quadro 28 - Principais patologias e causas associadas a paredes de fachada com ETICS (continuação)

Descrição da patologia	Causas mais frequentes
Paredes com sistema ETIC'S	
Infiltrações	<ul style="list-style-type: none"> → Colagem inadequada do revestimento cerâmico sobre o sistema → Deficiente remate do sistema com as caixilharias → Má vedação dos grampos para fixação das placas (quando é aplicável)
Desenvolvimento de vegetação parasitária	<ul style="list-style-type: none"> → Proximidade da parede a zonas com muita vegetação (fixação de sementes e raízes) → Revestimentos muito texturados promovem este fenómeno → Execução em obra do sistema segundo condições atmosféricas que propiciam o desenvolvimento de líquenes → Aplicação do sistema em alturas do ano em que ocorre uma grande dispersão de esporos no ar (nomeadamente primavera) → Pouca exposição solar de certas zonas da fachada conduzem a uma maior quantidade de humidade superficial propiciando este fenómeno

Na Figura 61 ilustram-se algumas das patologias referidas anteriormente ao nível dos revestimentos das paredes de fachada.

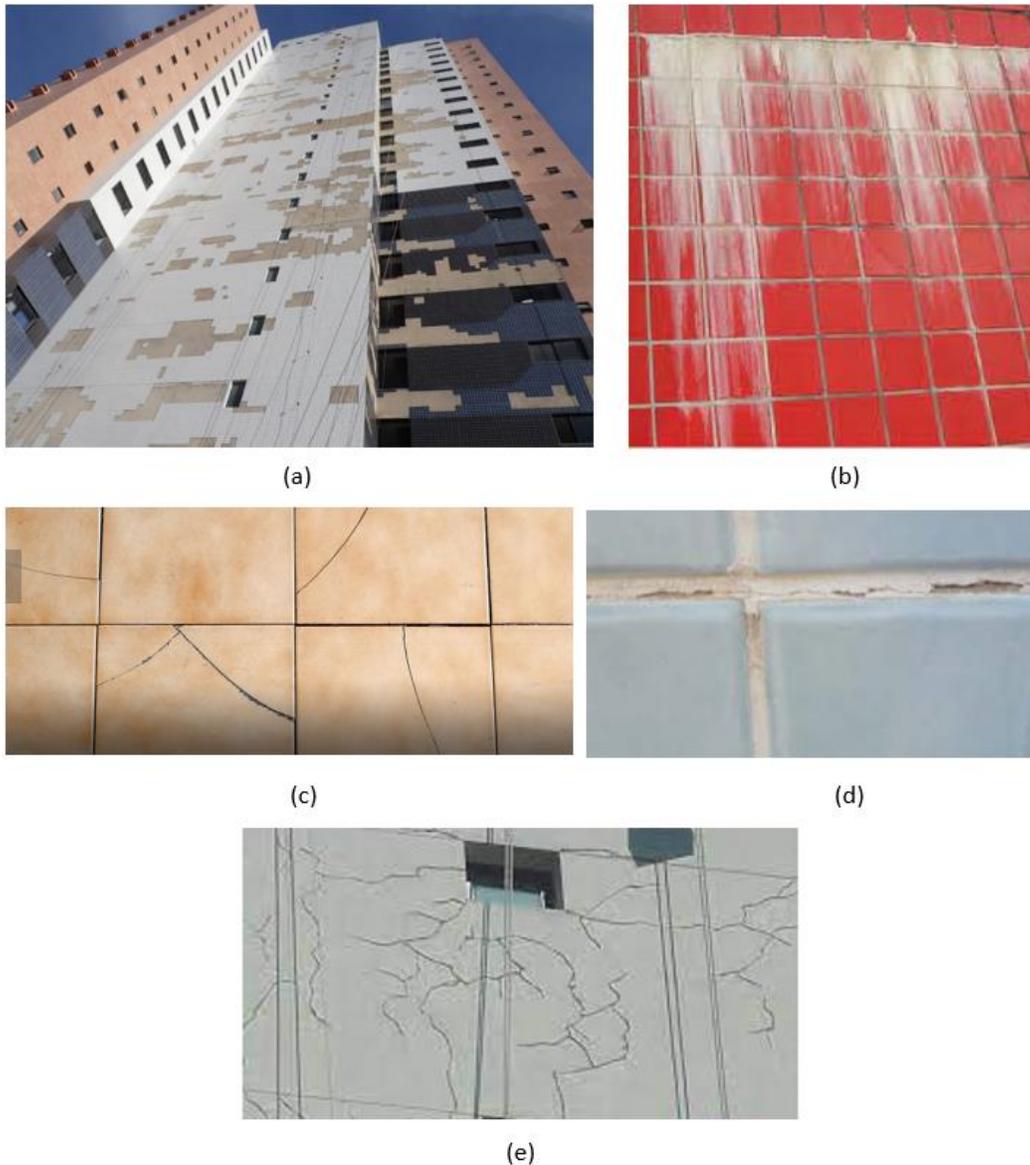


Figura 61 - Patologias em paredes de fachada; (a) Destacamento de revestimento cerâmico (reproduzido de (Atex, 2018)); (b) Eflorescências em revestimento cerâmico (reproduzido de (Felten & Silva, 2016)); (c) Revestimento cerâmico fissurado (reproduzido de (UpgradedHome, 2021)); (d) Fissuração das juntas de revestimento cerâmico (reproduzido de (Galletto & Andrello, 2013)); (e) Fissuração em parede de reboco (reproduzido de (Muci et al., 2014))

5.6 Soluções corretivas para as principais patologias em paredes de fachada

Neste subcapítulo apresentam-se possíveis soluções para a reabilitação das principais patologias anteriormente expostas, bem como a periodicidade aconselhada para efetuar operações de manutenção e ainda algumas medidas preventivas.

De notar que podem existir diversas soluções de correção para as patologias identificadas e para as tipologias construtivas enunciadas, bem como mais medidas preventivas ou diferentes periodicidades para as ações de manutenção ou inspeção, apresentando-se aqui, apenas algumas das constatadas através da pesquisa bibliográfica efetuada e da consulta de certos fabricantes e empresas de construção.

Para a construção dos Quadros 29 a 40, concorreram os trabalhos publicados por diversos autores.

Relativamente às possíveis soluções de correção e medidas preventivas, foram consultadas as seguintes referências: (Boto, 2014), (Freitas & Miranda, 2014), (Neves, 2021), (Leal, 2009), (Abrantes & Silva, 2007), (A. R. R. Silva, 2010), (Chaves, 2009), (Fortunato, 2017), (apfac, 2015), (ConstruFacilRJ, 2013), (Loxam, 2020), (J. D. Silvestre & Brito, 2009), (FOX LUX, n.d.), (Meia Colher, 2014), (C. E. O. da Silva, 2016), (N. A. Ribeiro, 2013), (Weber, 2020), (Viero, 2016), (Andrade, 2016).

Já para as ações de manutenção e inspeção aconselhadas, foram consultadas as seguintes referências: (J. P. B. F. Moreira, 2010), (Boto, 2014), (N. A. Ribeiro, 2013), (Weber, 2020).

Quadro 29 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com revestimento cerâmico

Paredes de fachada com revestimento cerâmico			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Descolamentos	<p>→ Limpar bem as zonas em que ocorreu a queda de ladrilhos cerâmicos, eliminando eventuais eflorescências, bolores, sujidades ou outro tipo de substâncias evidenciadas - Averiguar o estado de conservação da argamassa ou cimento-cola onde será reassentado o ladrilho cerâmico - Como teste deverá bater-se na argamassa ou cimento-cola e verificar se é perceptível um som oco - Caso isso se verifique deverá retirar-se a argamassa ou cimento-cola nessas áreas e refazer as mesmas - Se necessário nivelar a superfície de argamassa ou cimento-cola para proceder ao assentamento dos novos ladrilhos cerâmicos - Refazer as juntas entre os novos ladrilhos e os adjacentes a estes</p>	<p>→ Inspeção visual com o intuito de verificar que o material cerâmico continua bem assente, evitando uma maior probabilidade futura de queda do mesmo - Anual</p> <p>→ Inspeção mais rigorosa para verificar se existem peças ocas ou parcialmente soltas - Anual (ou sempre que se vejam zonas da fachada "babadas" ou com escorrências)</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Durante o processo construtivo os trabalhadores devem saber as especificações técnicas das argamassas ou cimentos-cola a utilizar, nomeadamente o tempo máximo admissível para colar os ladrilhos cerâmicos sobre o produto</p> <p>→ Na escolha do material cerâmico e das argamassas de assentamento ter em conta os coeficientes de dilatação térmica e a resistência mecânica, prevendo a possível ocorrência de movimentos diferenciais e deformações da estrutura</p> <p>→ Recrutar equipas especializadas no assentamento de material cerâmico em paredes de fachada e familiarizadas com novos materiais de qualidade superior e técnicas construtivas</p> <p>→ Evitar ações de acidente que danifiquem o revestimento cerâmico e promover um adequado controlo de qualidade</p>

Quadro 30 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com revestimento cerâmico
(continuação)

Paredes de fachada com revestimento cerâmico			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Fissuração	<p>→ Primeiramente é necessário limpar com água e sabão os ladrilhos cerâmicos que se encontram fissurados - De seguida devem preencher-se as aberturas com uma massa epóxi, removendo depois o excesso de produto com uma espátula - Após a massa epóxi ter secado, aplicar uma camada fina de esmalte (da mesma cor do ladrilho cerâmico) - Caso seja necessário aplicar mais camadas de esmalte até obter o acabamento desejado</p> <p>→ Em situações extrema onde existam muitos ladrilhos cerâmicos danificados e fissurados, pode ser mais viável proceder à sua substituição ao invés da reparação acima descrita</p>	<p>→ Inspeção visual com o intuito de verificar que não existem fissuras ou fendas no material cerâmico de revestimento - Anual</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Obter perante o fabricante revestimentos cerâmicos que apresentem coeficientes de expansão e dilatação térmica apropriados, consoante definido no projeto</p> <p>→ A base de assentamento do revestimento dever ser bem executada, cumprindo todos os tempos de cura das camadas aplicadas, prevenindo também juntas que sejam capazes de acautelar movimentos diferenciais e deformações da estrutura</p> <p>→ Garantir que a equipa de construção é especializada no assentamento de material cerâmico e recorre a produtos de qualidade</p>
Eflorescências	<p>→ Para eliminar esta patologia é necessário proceder-se a uma primeira lavagem do revestimento cerâmico com ácido sulfâmico ou acético. Apesar de remover por completo todos os vestígios de eflorescências é preciso seguir as dosagens recomendadas pelo fabricante, sob pena de ocorrer a corrosão do material cerâmico. Por último após a aplicação do ácido é essencial remover qualquer resquício deste com uma lavagem com água e sabão neutro</p>	<p>→ Inspeção visual com o intuito de verificar a existência de eflorescências no material cerâmico de revestimento - Anual</p> <p>→ Quando ocorram eflorescências averiguar que não tenha ficado degradada a colagem do material cerâmico, mantendo este seguro e bem fixo - Anual</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Assegurar uma adequada impermeabilização das paredes de fachada, através de ensaios de estanquidade, mitigando possíveis infiltrações de água, que tendem a propiciar este fenómeno</p> <p>→ Em ações de manutenção não devem ser utilizados produtos que contenham químicos, visto poderem agravar e propiciar uma maior ocorrência de eflorescências</p> <p>→ Quando é aplicado material cerâmico deve optar-se por argamassas de assentamento pouco porosas e com baixa concentração de hidróxido de cálcio, visto resistirem melhor quando expostos à água</p>

Quadro 31 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com revestimento cerâmico
(continuação)

Paredes de fachada com revestimento cerâmico			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Deterioração das juntas	<p>→ Quando a anomalia é causada por fungos ou vegetação, deve proceder-se à lavagem das juntas com fungicidas próprios para estes casos</p> <p>→ Sempre que o problema esteja relacionado com eflorescências, deve proceder-se à escovagem das juntas com uma solução de ácido acético ou sulfâmico e posteriormente passar água corrente com sabão para limpar o local da intervenção e eliminar qualquer resquício do produto</p> <p>→ Caso o material das juntas esteja fissurado ou tenha descascado e descolado é necessário proceder à substituição do mesmo e refazer as juntas. Para isso primeiramente eliminam-se todos os restos de material das juntas com um solvente apropriado e posteriormente executa-se um novo preenchimento das juntas com um produto adequado face ao ambiente de exposição da parede de fachada</p>	<p>→ Inspeção visual das juntas entre ladrilhos, atestando o seu bom estado de conservação - 2 ou 3 anos</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ O material adotado para executar o preenchimento das juntas de assentamento do revestimento cerâmico deve possuir baixa capilaridade, com o intuito de impedir o transporte de sais solúveis da superfície cerâmica para a superfície das juntas</p> <p>→ O preenchimento da juntas só deve ocorrer 24 horas após o assentamento dos ladrilhos</p> <p>→ Devem ser utilizados produtos e equipamentos adequados</p> <p>→ Recomenda-se a utilização de um material para preenchimento de juntas com baixo teor de cimento, reduzindo assim fenómenos de retração que possam fendilhar as juntas</p> <p>→ Garantir uma largura de junta adequada e constante através de ferramentas apropriadas (cruzetas), de forma a acautelar movimentos diferenciais</p>

Quadro 32 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com revestimento cerâmico
(conclusão)

Paredes de fachada com revestimento cerâmico			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Descasque	<p>A solução passa por substituir os ladrilhos cerâmicos que se encontram danificados:</p> <p>→ Inicialmente soltam-se as laterais do ladrilho cerâmico da parede através da raspagem das juntas adjacentes a este com recurso a um cinzel ou outra ferramenta idêntica - Usando óculos de segurança, partir o ladrilho cerâmico com um martelo - Recorrendo novamente ao cinzel, raspar todas a argamassa de assentamento ou cimento-cola - Limpar a zona intervencionada, eliminado o pó proveniente da abrasão do cimento-cola - Espalhar a argamassa de assentamento ou o cimento-cola no verso do novo ladrilho cerâmico com uma espátula específica para estes trabalhos - Colocar o ladrilho cerâmico no lugar utilizando as mãos para o endireitar, pressionando-o - Se necessário recorrer a um martelo de borracha para nivela a superfície - Deixar secar segundo indicações do fabricante do material de assentamento - Preparar a massa para fazer as juntas e com uma talocha preencher as frestas segundo um ângulo de 45° - Com uma esponja limpar o ladrilho cerâmico com água e sabão, igualmente com movimentos segundo um ângulo de 45° nas zonas de juntas - Após limpar com água ficará na superfície um pó que pode ser removido com um pano de textura macia - Por último passar o dedo sobre as juntas verificando que estas estão em condições</p>	<p>→ Inspeção visual com o intuito de verificar que o material cerâmico se encontra em bom estado - Anual</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Assegurar a compatibilidade entre o material de assentamento e o material cerâmico, nomeadamente no que diz respeito aos coeficientes de dilatação térmica</p> <p>→ Sempre que sejam evidenciadas eflorescências ou outras acumulações de sais solúveis em água, perceptíveis pelo aparecimento de machas de diversas cores, efetuar logo que possível a lavagem do revestimento cerâmico. Deste modo mitigam-se os efeitos de eventuais ciclos gelo-degelo</p> <p>→ Evitar colisões e choques contra o revestimento cerâmico</p>

Quadro 33 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com revestimento em reboco

Paredes de fachada com revestimento em reboco			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Fissuração	Para fissuras de pequena dimensão (inferiores a 3 mm):	→ Inspeção visual com o intuito de garantir a inexistência de fissuras ou fendas no reboco - Anual → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Durante o processo construtivo humidificar a superfície onde será aplicada a argamassa → Ter cuidado relativamente à preparação da argamassa, medindo corretamente as quantidades de água e cimento, nomeadamente quando fabricada em obra → Em fase de projeto averiguar a possibilidade de ocorrerem fissuras por deformação da estrutura. Caso isso seja previsível reforçar a estrutura de suporte
	→ Abrir a fissura em cerca de 2cm, para cada lado, com recurso a uma ferramenta própria para o efeito - Garantir que a fenda tem pelo menos 1 cm de profundidade, caso contrário perfurar a mesma para alcançar essa distância - Colar ou grampear uma tela de nylon ou rede de fibra de vidro ao longo da fissura - Adquirir uma argamassa específica para o preenchimento de fissuras em rebocos e proceder à sua preparação - Logo que a argamassa se encontre pronta, preencher as fissuras - Após esta se encontrar seca (normalmente após 3 horas), executar os trabalhos de acabamento necessários		
	Para fissuras de grande dimensão (superiores a 3 mm):		
	→ Quando as fissuras tomam proporções significativas, a origem do problema tende a estar relacionada com deformações da estrutura, pelo que o preenchimento destas apenas será uma solução de curto prazo. Para resolver definitivamente o problema, evitando a abertura ou o surgimento de novas fissuras, deve efetuar-se um reforço estrutural da parede		
Eflorescências	→ Para eliminar esta patologia é necessário proceder-se a uma primeira lavagem do revestimento cerâmico com ácido sulfâmico ou acético. Apesar de remover por completo todos os vestígios de eflorescências é preciso seguir as dosagens recomendadas pelo fabricante, sob pena de ocorrer a corrosão do material cerâmico. Por último após a aplicação do ácido é essencial remover qualquer resquício deste com uma lavagem com água e sabão neutro	→ Inspeção visual com o intuito de verificar a existência de eflorescências no reboco - Anual → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ No fabrico da argamassa não colocar água em excesso e utilizar areias sem impurezas → Sempre que se verificarem fissuras no reboco, devem ser logo que possível tratadas → Escolha de um tipo de cimento adequado face ao ambiente de exposição da fachada → Garantir uma impermeabilização da fachada apropriada → Realizar manutenções periódicas para evitar o alastramento da patologia

Quadro 34 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com revestimento em reboco
(continuação)

Paredes de fachada com revestimento em reboco			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Atividade de seres vivos	<p>→ Nos casos relacionados com presença e desenvolvimento de vegetação parasitária, recorrer a produtos fungicidas e anti vegetação, devidamente certificados e compatíveis com aplicação em rebocos, para eliminar todos os vestígios desta anomalia</p> <p>→ Relativamente à sujidade proveniente da atividade de animais, deve efetuar-se uma lavagem do reboco, recorrendo a uma mistura de água e sabão neutro</p>	<p>→ Manutenção da fachada, através da lavagem da mesma - 5 anos</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Efetuar operações de inspeção regulares com o intuito de averiguar a existência de fissuras no reboco, tratando-as, dado que é normalmente nestas zonas que se instalam as raízes das plantas</p> <p>→ Realizar trabalhos de manutenção e de reparação sempre que necessário, com o intuito de manter a fachada limpa de qualquer tipo de sujidade</p>
Descolamento, abaulamento e destacamento	<p>→ Na zona degradada remover todo o reboco até atingir a estrutura sólida da parede (tijolo, betão, etc.) - Caso a estrutura fique com alguns furos, derivados da perfuração para remoção do reboco, tapar os mesmos com uma massa seca com adesivo acrílico e aditivo hidrofugante - Regularizar a estrutura de suporte com uma argamassa para o efeito, aplicando de seguida uma camada de impermeabilização - De seguida rebocar novamente a área relativa à intervenção - Se for o caso passado algum tempo será possível proceder à pintura da fachada</p>	<p>→ Inspeção visual com o intuito de verificar se existe perigo de queda do reboco - 2 ou 3 anos</p> <p>→ Inspeção mais rigorosa para verificar se existem infiltrações - Anual</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Executar corretamente as argamassas (bom doseamento dos seus constituintes)</p> <p>→ Humedecer o suporte sobre o qual será aplicada o reboco</p> <p>→ Realizar a limpeza das superfícies onde serão aplicadas as várias camadas de material</p> <p>→ Executar a estrutura de suporte com rugosidade suficiente</p> <p>→ Efetuar operações de manutenção quando se verificam humidades e cristalização de sais</p> <p>→ Escolher adequadamente o tipo de reboco, face às condições de exposição da parede de fachada</p> <p>→ Durante a fase de projeto proceder a dimensionamento cuidado da estrutura, com o intuito de evitar deformações consideráveis</p>

Quadro 35 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com ETICS

Paredes ETICS			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Fissuração	<p>→ Primeiramente efetuar uma lavagem de toda a superfície da parede com recurso a um jato de água com pressão controlada - Aplicação de um desinfetante aquoso - Proceder ao recorte e remoção da zona fissurada seguindo um formato quadricular com 10 cm de lado - Colocar uma nova camada de material igual à removida, mas com a dimensão do recorte executado, colando-a com uma argamassa apropriada - Após a secagem, normalmente após estarem decorridas 24 horas, aplicar um reboco delgado armado, tendo em atenção a necessidade de sobrepor a rede de fibra de vidro na zona circundante - De seguida aplicar o sistema de acabamento com utilização de primário e o revestimento decorativo final, de acordo com o já existente - No caso do acabamento ser uma pintura, por forma a uniformizar a zona intervencionada, esta deve ser executada em toda a fachada, recorrendo a uma tinta adequada para repintura de ETICS</p>	<p>→ Inspeção visual para verificação da ocorrência de fissuração da massa de acabamento - 2 ou 3 anos → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Prever e executar corretamente um número adequado de juntas de dilatação para a estrutura → Executar corretamente as juntas em zonas problemáticas, como nas transições entre camadas de diferentes materiais → Realizar corretamente os remates do sistema com caixilharias, portas, etc. → Utilização de materiais de qualidade e execução em obra por parte de trabalhadores especializados nesta solução construtiva → Evitar colisões e choques com as paredes de fachada</p>
Visualização das juntas das placas de isolamento	<p>→ Retirar o ETICS até atingir a camada de isolamento térmico, onde se denotam as pontes térmicas - Identificar a origem do problema - Se o problema se dever à inadequada espessura das placas de isolamento térmico, refazer todo o isolamento da parede de fachada, com a espessura necessária - Caso o problema esteja relacionado com a má união das placas de isolamento térmico (aplicação descontínua) a solução passa por retirar o isolamento e voltar a aplicá-lo garantindo que desta vez é fixado de forma contínua, não existindo folgas nas uniões entre placas</p>	<p>→ Inspeção visual para constatar se existem pontes térmicas na fachada - Até 2 anos após a conclusão da obra, se não forem visíveis as juntas das placas de isolamento térmico, à partida tal já não será um problema → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Garantir uma escolha adequada do tipo de isolamento térmico e respetiva espessura a utilizar face às condições climáticas na zona do edifício → Executar a fixação das placas de isolamento térmico através de uma colagem contínua, evitando assim pontes térmicas (juntas das placas visíveis) → Inexistência da rede de fibra de vidro ou esta não era certificada para o efeito</p>

Quadro 36 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com ETICS (continuação)

Paredes ETICS			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Infiltrações	Quando o problema se encontra na ligação da caixilharia ao sistema:	<p>→ Inspeção visual do interior do edifício, verificando se são evidenciados sinais de humidade ou infiltrações - Anual</p> <p>→ Inspeção visual pelo exterior, verificando se existem bolhas, manchas ou escorrências provenientes da face interior do sistema ETICS - 2 ou 3 anos</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Adotar caixilharias com estanquidade comprovada</p> <p>→ Em obra garantir a existência de folgas com cerca de 5 mm para executar a masticagem das ligações do sistema ETICS com as caixilharias</p> <p>→ Correta execução dos remates entre o sistema ETICS em zonas de grande fragilidade (cantos, topos e bases do edifício)</p> <p>→ Adequada aplicação da rede de fibra de vidro e do reboco armado aquando da aplicação em obra</p> <p>→ Quando o sistema ETICS for revestido por outros materiais, como ladrilhos cerâmicos, reforçar as fixações e executá-las adequadamente. O aporte de peso extra ao sistema pode conduzir ao aparecimento de fissuras</p>
	→ Proceder à desmontagem da caixilharia - Averiguar o estado de conservação da caixilharia - Caso se encontre em más condições substituí-la por uma nova - Efetuar a correção das ombreiras, com o intuito de garantir que as superfícies destas e da caixilharia são paralelas, permitindo assim a execução da masticagem - Garantir uma folga de 5mm entre o sistema ETICS e a caixilharia para realizar corretamente a masticagem - Execução de um peitoril metálico com abas laterais		
	Em situação de má vedação dos grampos de fixação das placas:		
	→ Remoção dos grampos de fixação que apresentam falta de vedação, ou caso não tenham sido vedados aquando da aplicação em obra, proceder à remoção de todas as unidades - Revestir os grampos de fixação com silicone ou outro material vedante apropriado para o efeito - Fixar novamente os grampos às placas - Depois de fixados vedar também o orifício de entrada junto ao grampo		
	Má fixação de elementos de revestimento do sistema:		
→ Remover os elementos de revestimento danificados pela incorreta aplicação em obra ou devido a ações de acidente - Fixar novos elementos de revestimento em boas condições e seguindo as boas práticas construtivas			
Falta de planeza do sistema	<p>→ Caso a superfície exterior se encontre acentuadamente desnivelada, o ideal e mais sensato será refazer toda a parede de fachada, instalando um novo sistema ETICS</p> <p>→ Em situações em que o desnível não seja particularmente notório, pode utilizar-se uma argamassa e rede de fibra de vidro sobre as já existentes para nivelar a superfície do sistema. Caso o sistema ETICS seja revestido por pedra ou material cerâmico como acabamento, retira-se primeiro esta camada e só depois de regulariza com a argamassa e a rede, voltando depois a colocar o material de acabamento</p>	<p>→ Inspeção para verificação do estado de planeza do sistema ETICS - 5 anos</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Executar corretamente todo o processo construtivo em obra, verificando sempre o nivelamento de todas as camadas de material aplicadas</p> <p>→ Garantir que todas as fixações mecânicas foram efetuadas corretamente</p>

Quadro 37 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com ETICS (continuação)

Paredes ETICS			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Descolamento	<p>→ Retirar o ETICS na zona onde este descolou</p> <p>- Reforçar a rede de fibra de vidro que serve de fixação - Executar o barramento com massa da rede de fibra de vidro - Garantir que a fixação ficou bem executada e deixar secar - Efetuar o acabamento da superfície</p>	<p>→ Inspeção visual pelo exterior, verificando se existem bolhas, manchas, escorrências ou convexidades - 2 ou 3 anos</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Quando a execução em obra do sistema ETICS é efetuada segundo condições climáticas desfavoráveis, nomeadamente com temperaturas baixas ou tempo húmido, os tempos de secagem das várias camadas de colagem devem ser prolongados</p> <p>→ Garantir uma boa execução de todo o sistema ETICS, principalmente em pontos singulares</p> <p>→ Executar apropriadamente o suporte do sistema ETICS, eliminando sujidades, poeiras, etc. antes da aplicação</p> <p>→ Efetuar proteção superior da parede (capeamentos, rufos, etc.), evitando assim infiltrações</p> <p>→ Utilizar produtos de colagem de qualidade e executar as fixações mecânicas corretamente</p> <p>→ Garantir e acautelar a estabilidade do sistema a deformações da estrutura e movimentos diferenciais</p>
Alteração do aspeto exterior do sistema (manchas, textura, cor, etc.)	<p>→ Para efetuar a lavagem de uma fachada com sistema ETICS o ideal será a utilização de uma máquina de lavar com jato de água de alta pressão, não sendo na maioria dos casos necessária a incorporação de detergentes - A distância da saída do jato à fachada deverá ser calculada conforme a resistência dos sistema ETICS, tendo em conta a espessura e a resistência dos materiais que o compõem - Caso permaneçam vestígios de fungos, verdete ou bolores devem aplicar-se posteriormente à lavagem os produtos adequados para a sua total eliminação</p> <p>→ Quando se manifestam alterações de coloração ou textura dos revestimentos, nomeadamente por ação de radiação ultravioleta, será necessário trocar o revestimento ou repintar a fachada, conforme o tipo de acabamento existente</p>	<p>→ Inspeção visual para constatar a necessidade de proceder à repintura da fachada - 5 anos</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Aplicação de produtos sobre as pinturas que forneçam proteção contra a radiação ultravioleta</p> <p>→ Efetuar operações de manutenção do revestimento da fachada, seguindo as periodicidades aconselhadas</p>

Quadro 38 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para fachadas com ETICS (conclusão)

Paredes ETICS			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Perfuração	<p>→ Recortar todas as camadas de material do sistema até atingir o suporte, seguindo um contorno regular que envolva toda a zona danificada, removendo o isolante e os produtos de colagem - Remover o acabamento do sistema superficialmente numa envolvente de 15 cm de largura, com o intuito de alcançar a argamassa e a rede presentes por debaixo deste</p> <p>- De seguida colar uma porção nova de isolamento térmico, igual ao presente originalmente no sistema, com medidas tais que permitam o encaixe perfeito na cavidade criada recorrendo a uma argamassa apropriada para o efeito - Aplicar revestimento armado com rede sobre o novo isolamento térmico, prolongando e sobrepondo esta rede em cerca de 10 cm sobre a já existente - Caso seja necessário disfarçar com argamassa as zonas de remate com os materiais antigos - Refazer a camada de acabamento final ao longo de toda a fachada ao invés de apenas na zona intervencionada, garantindo assim a homogeneidade da mesma</p>	<p>→ Inspeção visual pelo exterior averiguando se existem danos no material de revestimento - 2 ou 3 anos</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Em zonas com possibilidade de ocorrência de choques, por exemplo junto a locais de estacionamento deve prever-se um reforço do sistema com a adoção de um revestimento resistente ou a colocação de pinos de proteção no local</p> <p>→ Deve optar-se sempre pela colocação de armadura dupla nas zonas do sistema ETICS que se encontrem mais expostas a possíveis choques</p> <p>→ Detalhar corretamente em projeto os pormenores da ligação do sistema ETICS com a solução da fachada em zonas acessíveis</p>
Desenvolvimento de vegetação parasitária	<p>→ Limpeza superficial do revestimento da fachada com água, recorrendo a uma máquina de baixa pressão, eliminando poeiras e pequenas partículas - Escovar o revestimento superficialmente com uma escova suave - Enxaguar com água limpa a superfície para remover eventuais partículas advindas da escovagem, se possível com recurso a uma esponja e da forma mais célere possível, evitando assim a entrada de humidade para o sistema ETICS - Posteriormente aplicar um produto fungicida, algicida ou anti-vegetação, eliminando e prevenindo o reaparecimento destes organismos</p>	<p>→ Inspeção visual para verificar se é necessário proceder a uma intervenção na fachada, evitando a proliferação de microorganismos - 2 ou 3 anos</p> <p>→ Manutenção do revestimento da fachada através de lavagem e desinfecção com pressão adequada - 5 anos</p>	<p>→ Efetuar operações de manutenção através da aplicação de produtos fungicidas, algicidas e anti-vegetação sobre a superfície da fachada com uma periodicidade de 5 a 7 anos, altura a partir da qual estes produtos deixam de fazer efeito</p> <p>→ Aplicação de produtos sobre as pinturas que forneçam proteção contra o desenvolvimento de vegetação, algas ou fungos, logo após a fachada estar concluída</p>

Quadro 39 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas para paredes duplas de alvenaria de tijolo

Paredes duplas de alvenaria de tijolo			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Inexistência de isolamento térmico ou isolamento térmico com espessura insuficiente	Em muitos edifícios antigos, nomeadamente anteriores à década de 80, é muito comum verificar-se a inexistência de isolamento térmico nas paredes de fachada ou este apresentar espessuras insuficientes. Desta forma propicia-se o aparecimento de diversas patologias derivadas deste facto, como a ocorrência mais frequente de condensações e humidades e ainda os fenómenos relacionados com pontes térmicas. Em edifícios onde não exista isolamento térmico nas paredes de fachada é essencial a sua colocação, não só para mitigar a incidência de patologias, mas também para cumprir-se o regulamento térmico vigente, sendo fulcral a colocação do isolamento térmico de forma contínua para evitar a ocorrência de pontes térmicas	→ Verificação do estado de conservação da camada de isolamento térmico - 5 ou 10 ou 15 Anos (dependendo da agressividade do meio) → Substituição da camada de isolamento térmico - 40 ou 50 ou 60 anos (dependendo da agressividade do meio) → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Em projeto definir corretamente o melhor isolamento térmico face à localização do edifício, bem como uma espessura adequada

Quadro 40 - Soluções de reabilitação e medidas preventivas relativas a patologias comuns às várias tipologias de paredes de fachada

Comuns às várias soluções de paredes de fachada			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Degradação do isolamento térmico	→ Quando o isolamento térmico se encontrar degradado, próximo do fim de vida útil ou tiver sido mal aplicado em obra, deve ser substituído para que desempenhe corretamente as suas funções.	→ Verificação do estado de conservação da camada de isolamento térmico - 5 ou 10 ou 15 Anos (dependendo da agressividade do meio) → Substituição da camada de isolamento térmico - 40 ou 50 ou 60 anos (dependendo da agressividade do meio) → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Em projeto definir corretamente o melhor isolamento térmico face à localização do edifício, bem como uma espessura adequada → Garantir que todo o processo construtivo foi bem efetuado → Realizar uma inspeção do estado de conservação do isolamento térmico quando este estiver próximo do fim de vida útil ou forem denotados indícios de um mau desempenho do mesmo, percebendo assim se é necessário proceder à sua substituição

6. ENVIDRAÇADOS

6.1 Enquadramento

Os vãos envidraçados de um edifício correspondem ao conjunto formado pelos elementos caixilharia e vidro, sendo por essa razão importante o estudo destes dois componentes.

A caixilharia corresponde ao elemento de transição entre as áreas opacas de um edifício (paredes) e as áreas envidraçadas, e tem como objetivo principal possibilitar a fixação do vidro aos demais elementos de construção, nomeadamente às paredes e em certos casos à cobertura (A. J. C. dos Santos, 2012).

Regra geral as caixilhariarias apresentam uma pequena relevância em termos de área na envolvente exterior de um edifício de habitação, não obstante são absolutamente fulcrais para o bom desempenho do mesmo (Veríssimo, 2019).

Tal deve-se ao facto de estas terem de assegurar a estanquidade ao ar e à água e garantir um adequado isolamento térmico e acústico. Caso não se assegurem estas condições o desempenho energético do edifício será altamente prejudicado, especialmente na parte diretamente ligada à componente térmica.

De acordo com Santos (2012) uma caixilharia é composta por diversos elementos que podem estar ou não presentes na mesma, consoante o tipo de material em que é fabricada e a sua tipologia. No entanto uma caixilharia é sempre constituída por elementos como o aro fixo, a(s) folha(s) fixas ou móveis, o(s) vidro(s), os bites, as ferragens (dobradiças e mecanismos de fecho e abertura) e as borrachas ou silicones utilizados para a selagem desta (Figura 62).

Deste modo as funcionalidades de uma caixilharia e os seus constituintes variam consoante a tipologia de janela que suportam, existindo no mercado uma grande diversidade de modelos passíveis de serem instalados em edifícios habitacionais.

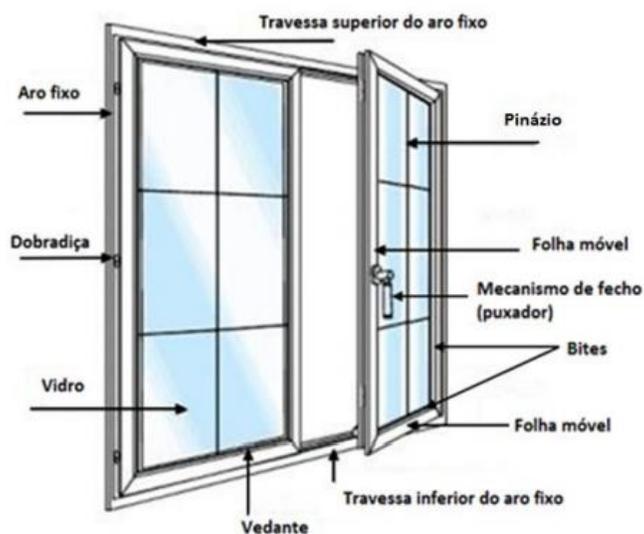


Figura 62 - Elementos constituintes de caixilharia de alumínio de batente (reproduzido de (A. J. C. dos Santos, 2012))

As janelas fixas (Figura 63), como o próprio nome indica não possuem partes móveis e destinam-se única e exclusivamente a uma função meramente de iluminação dos espaços interiores. Apesar de ser possível observá-las em edifícios destinados à habitação, encontram-se mais difundidas em estabelecimentos comerciais, nomeadamente nas montras.



Figura 63 - Exemplos de janelas fixas (reproduzido de (contemporist, 2017))

As restantes tipologias existentes no mercado perfazem os sistemas de abertura móveis, ou seja, para além de possibilitarem a iluminação natural dos espaços interiores, permitem ainda a ventilação natural dos mesmos, destacando-se neste caso, as janelas oscilo-batentes, basculantes, pivotantes, de correr e de guilhotina (Figura 64) (Vicente, 2012).

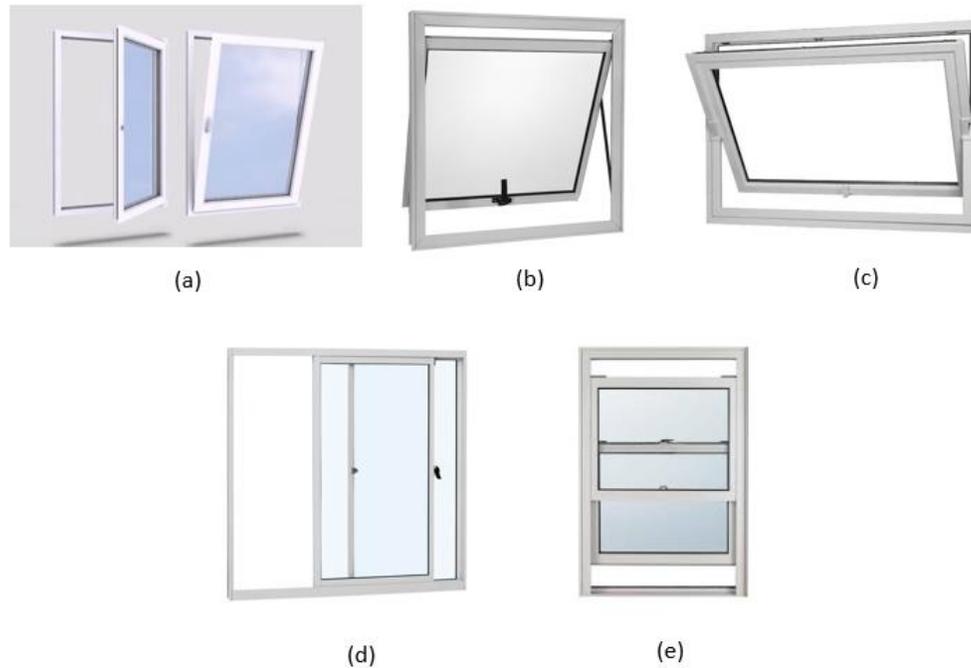


Figura 64 - Tipologias de janelas; (a) Oscilo-batente (reproduzido de (vesta, 2014)); (b) Basculante (reproduzido de (telhanorte, n.d.)); (c) Pivotante (reproduzido de (Ferragens do Marquês, n.d.)); (d) De correr (reproduzido de (COCIL, n.d.)); (e) Guilhotina (reproduzido de (SACASTRO, 2021))

A escolha de uma determinada tipologia de caixilharia deve ser sempre efetuada durante a fase de projeto e necessita de ser integrada na envolvente do edifício, para que as suas características permitam uma durabilidade adequada e cumpram os requisitos funcionais a que se encontra sujeita. Deste modo o tipo de caixilharia a adotar deve ser fundamentado tendo em conta a finalidade a que se destina, à sua localização geográfica e ainda articulado com o projeto de arquitetura (Batista, 2016).

No contexto da construção a nível europeu as caixilharias mais adotadas em edifícios são as de madeira, alumínio e PVC (ASOVEN, 2009).

Embora os dados remontem ao ano de 2008, não ocorreram ainda grandes alterações no que toca aos materiais empregues no fabrico das caixilharias, algo que constatei através da consulta de algumas empresas ligadas à sua conceção e colocação em obra, que referem que atualmente continuam a ser estas as soluções mais representativas do mercado. Não obstante verifica-se o aparecimento de novas soluções como as que recorrem às fibras de vidro ou materiais compósitos, não sendo no entanto significativas no contexto português.

Até aos anos 70 as caixilharias em madeira dominavam o panorama nacional, sendo que posteriormente o alumínio passou a adquirir uma preponderância maior, já que exige uma menor manutenção e por norma é mais durável que a madeira (J. de Brito, 2005).

Contudo nos últimos anos tem vindo a notar-se um crescimento acentuado em vários países europeus das caixilharias em PVC, sendo expectável que se denote uma maior utilização das mesmas também nos edifícios habitacionais portugueses (ANFAJE, 2019).

Tal deve-se essencialmente ao facto de os requisitos térmicos serem cada vez mais importantes e as soluções de caixilharia em alumínio necessitarem de perfis com corte térmico em muitas regiões do país para que se cumpram os regulamentos vigentes, o que comporta custos mais elevados, sendo a solução em PVC mais económica para o efeito e igualmente durável e funcional (Oliveira, 2019).

Quanto à tipologia de caixilharia, Vicente (2012) refere que a escolha recai sobretudo, no contexto nacional, nas janelas de batente em detrimento das demais, visto que proporcionam um maior isolamento térmico e acústico e uma menor permeabilidade ao ar, principalmente quando comparadas com as janelas de correr que estão muito dependentes do utilizador do edifício, dado que tanto podem encontra-se muita abertas como pouco.

Outro aspeto importante é a escolha adequada do vidro a empregar na caixilharia, visto que nem todos permitem, posteriormente, cumprir com os requisitos térmicos e acústicos a que os vãos envidraçados estão sujeitos, nomeadamente no que se refere ao coeficiente de transmissão térmica (U) e ao isolamento sonoro.

6.2 Caixilharias em madeira

A madeira é um dos materiais mais utilizados pelo Homem ao longo dos séculos para a construção dos mais variados elementos que compõem um edifício, essencialmente devido à sua disponibilidade natural, mas também por algumas das suas características particulares, como o bom comportamento estrutural quando submetida a tensões de compressão ou tração (Baião, 2014).

Por conseguinte a madeira foi o primeiro material a ser utilizado em caixilharias, sendo que com o maior conhecimento científico sabe-se aos dias de hoje que certas espécies são mais apropriadas para o fabrico das mesmas do que outras. Segundo Santos (2012) as madeiras mais apropriadas e correntes em caixilharias de edifícios são as apresentadas no seguinte quadro.

Quadro 41 – Espécies mais utilizadas para o fabrico de caixilharias

Designação comum	Designação científica
Casquinha	<i>Pinus sylvestris</i>
Castanho	<i>Castanea sativa</i>
Carvalho Americano	<i>Quercus rubra</i>
Riga Nova	<i>Pinus larice</i>
Afzélia Doussié	<i>Azalia bipindensis</i>
Kambala Iroko	<i>Chlorophora excelsa</i>
Cerejeira Brasileira	<i>Amburana cearensis</i>
Sipo	<i>Entandrophragma utile</i>

No entanto com os grandes avanços tecnológicos verificados a partir dos anos 70, começaram a surgir outros materiais no mercado capazes de competir com a madeira a nível económico como também funcional, no que concerne às caixilharias.

Como é sabido as madeiras são bastante sensíveis à humidade e esse é um dos fatores que mais patologias origina nas caixilharias executadas com este material. Não obstante caso tenha sido tratada durante o fabrico

com produtos adequados e apresente uma manutenção apropriada, as caixilharias de madeira podem chegar a uma vida útil entre os 30 e 60 anos (Vicente, 2012).

Porém apesar do aparecimento do alumínio e do PVC, a madeira é ainda um material adequado para o fabrico de caixilharias, principalmente na reabilitação de edifícios antigos em que é notória a preocupação com a manutenção dos materiais originais da construção.

Ainda assim com todos os avanços tecnológicos foi também possível melhorar alguns aspetos da madeira como a resistência à penetração da humidade, bem como de organismos vivos, o que ainda faz dela uma excelente solução (L. M. A. dos Santos, n.d.).

Para além da pesquisa bibliográfica efetuada, as ilações retiradas sobre a grande preponderância das caixilharias de madeira na Região do Vale do Ave, advêm de várias visitas efetuadas ao longo do período de elaboração da dissertação a edifícios multifamiliares presentes na referida área de estudo, nomeadamente nas cidades de Vila do Conde, Póvoa de Varzim, Trofa e Guimarães, às quais obtive uma maior facilidade de deslocação. Verificando-se o mesmo para as caixilharias de alumínio, enunciadas posteriormente.

Em muitos casos é possível observar a integração de outros materiais nas caixilharias de madeira, formando uma caixilharia mista (Figura 65), o que permite corrigir algumas debilidades da madeira e garantir uma maior durabilidade da solução (Fernandes, 2018).



Figura 65 - (a) Caixilharia mista madeira/alumínio; (b) Caixilharia de madeira (reproduzido de (Miguel Batista - Carpintaria, n.d.))

No que diz respeito às vantagens da madeira quando utilizada em caixilharias figuram a sua boa adaptabilidade estética, o preço competitivo que apresenta no mercado, o bom isolamento térmico e acústico, o bom comportamento à flexão e compressão, a sua boa durabilidade quando tratada, a disponibilidade da matéria-prima, a reduzida energia incorporada no seu processo de produção quando comparada a outras soluções e ainda o facto de ser renovável existindo já imensas empresas certificadas com o selo da sustentabilidade (Oliveira, 2019).

Por outro lado são identificáveis algumas desvantagens como a necessidade regular de manutenção da madeira, a possibilidade de retração, fendilhação e empeno da mesma, a suscetibilidade à humidade que pode propiciar o desenvolvimento de fungos e aparecimento de insetos, o ser um material pesado, inflamável, o obrigar a caixilhos de maior tamanho, a degradação através da exposição solar e ainda o facto de não haver um total controlo sobre as origens da madeira, ou seja, se efetivamente provém de uma floresta sustentável ou não (VEKA, n.d.).

6.3 Caixilharias em alumínio

Enquanto matéria-prima o alumínio é o elemento metálico mais abundante na crosta terrestre, contudo a sua extração não é particularmente fácil dado que o bauxite é o único minério do qual este pode ser extraído de forma economicamente viável. Por esta razão apenas a partir do século XIX com os avanços tecnológicos inerentes é que começou a ser bastante utilizado no ramo da construção civil nas mais variadas situações, visto ter sido possível extraí-lo de forma mais rápida e eficaz e também pela excelente durabilidade que apresenta (G. V. Brito & Vieira, 2011).

O alumínio é, portanto, um material extremamente polivalente ao nível da sua utilização, dado que apresenta algumas características como o facto de ser um metal não-magnético, não-tóxico, não criar faísca quando sujeito a atrito, apresenta uma baixa condutibilidade elétrica e um reduzido ponto de fusão, sendo ainda bastante resistente à corrosão e reciclável (ABAL, 2007).

Uma das grandes aplicações deste metal na construção civil é precisamente nas caixilharias de alumínio (Figura 66), que através das suas diversas tonalidades de cor, acabamentos, formas e durabilidade

acabaram por conquistar todos os quadrantes envolvidos numa obra, desde os arquitetos até aos projetistas e donos de obra (Barbosa, 2010).

No contexto nacional as caixilharias em alumínio são as mais representativas, correspondendo a 70% do mercado, o que contribui conseqüentemente para um menor custo de aquisição e de manutenção das mesmas, sendo mais adotadas do que as de madeira ou PVC (Fernandes, 2018).

Para além dos fatores vantajosos já referidos, destacam-se ainda a boa estanquidade à água e ao ar, a fácil mecanização do fabrico das caixilharias com este material, o que torna esta solução extremamente abundante no mercado (Vicente, 2012).

Porém, como todos os materiais, o alumínio exhibe algumas desvantagens, como por exemplo, o mau isolamento térmico e acústico, a grande quantidade de energia despendida ao longo de todo o seu processo de fabrico e ainda a elevada propensão para a formação de condensações que levam à observação de gotejamento na superfície do material já que este apresenta uma temperatura superficial baixa (Diogo, 2017).



Figura 66 - Caixilharia de alumínio (reproduzido de (aluvieira, 2020))

6.4 Caixilharias em PVC

O policloreto de vinilo, mais conhecido como PVC, é um material sintético em que a base da sua composição contempla o sal e o petróleo ou gás natural. O PVC é então um material plástico sólido, sendo que na sua forma original apresenta-se como um pó de cor branca (J. de Brito, 2005).

Inicialmente este material comportava algumas lacunas essenciais para uma adequada aplicação no setor da construção, nomeadamente o facto de se degradar facilmente, possuir um elevado coeficiente de dilatação térmica e sofrer variações de dimensão particularmente significativas (Steven Winter Associates, 1999).

Contudo ao longo dos anos e com os avanços tecnológicos passou a exibir, aos dias de hoje, melhores qualidades físicas e mecânicas para os mais diversos setores, sendo de relevar a sua extensa utilização em tubagens, revestimentos e caixilharias (Vicente, 2012).

Outro reflexo da inovação ao nível das caixilharias de PVC (Figura 67) é o facto de, atualmente, estas estarem disponíveis em diferentes colorações, já que inicialmente apenas existiam na cor de origem do material (branca), o que acabou por potenciar este material pelas qualidades estéticas que passou a possibilitar, obtidas através de processos de lacagem e aplicação de películas (A. J. C. dos Santos, 2012).

Segundo dados disponibilizados pela ASOVEN (2009), as caixilharias em PVC têm adquirido uma importância considerável no que concerne à sua aplicação em edifícios a nível Europeu, atingindo a marca dos 40% no mercado de caixilharias. No entanto na perspetiva do mercado português a disseminação das caixilharias em PVC é ainda diminuta, representando apenas cerca de 10% do mercado ao ano de 2004, não se esperando uma ascensão muito elevada em anos subsequentes.

Relativamente às vantagens referentes às caixilharias de PVC figuram o seu bom isolamento térmico e acústico, a facilidade de produção, leveza, boa resistência à corrosão e degradação, baixo consumo energético no fabrico e possibilidade de reciclar o material, impermeabilidade, dificilmente inflamável, boa resistência à humidade e pouca necessidade de manutenção periódica (Melendez, 2005).

Todavia é necessário ter em conta que a solução de caixilharia em PVC evidencia alguns pontos desvantajosos, como a sensibilidade ao choque, a suscetibilidade ao ataque por parte de óleos ou gorduras que sejam derramados na sua superfície, as alterações que podem evidenciar com a radiação solar intensa, nomeadamente ao nível da cor, a libertação de gases tóxicos caso entrem em combustão (J. de Brito, 2005).



Figura 67 - Caixilharia de PVC (reproduzido de (MACAIXE, n.d.))

6.5 Principais manifestações patológicas

Pese embora certas patologias apresentem uma ligação direta ao tipo de material que compõe a caixilharia (madeira, alumínio ou PVC), algumas delas são comuns a qualquer uma destas soluções construtivas, nomeadamente por serem provocadas pelos mesmos fatores ou agentes agressivos.

Como elemento pertencente à envolvente do edifício, as caixilharias são extremamente suscetíveis à ação do vento, chuva, radiação solar, variações térmicas e à proximidade de atmosferas que contenham sais cloretos provenientes da água do mar (dependendo da localização do edifício).

Deste modo devem estar sujeitas a uma atenção particular do seu estado de conservação, dado que a sua exposição a estes elementos conduz à manifestação prematura de patologias que condicionam a durabilidade, desempenho funcional e aspeto.

Na grande maioria dos casos, o grau de degradação evidenciado pelas caixilharias encontra-se bastante associado ao envelhecimento dos materiais que as constituem, bem como dos seus revestimentos e acabamentos, sendo que um dos fatores que contribui para esta degradação mais acelerada dos materiais é a falta de manutenção periódica (extrusal, 2011).

Deste modo torna-se fulcral um adequado conhecimento das patologias mais comuns em caixilharias de edifícios de habitação, bem como uma correta e eficaz determinação das causas que levaram ao aparecimento das mesmas, para que desta forma seja possível posteriormente fundamentar um bom plano de reabilitação.

Para uma compreensão e leitura mais simples, as principais patologias e possíveis causas inerentes ao seu aparecimento e desenvolvimento são apresentadas, de seguida, sob o formato de um quadro. De notar que podem existir mais patologias e conseqüentemente mais causas para a sua manifestação, mas para o efeito serão apenas abordadas as mais comuns e relativas à tipologia construtiva referida, sendo apontadas as que facilmente se identificam por inspeção visual, mas também algumas que apesar de não serem facilmente observáveis, são igualmente identificáveis através de sinais que apontam para a sua existência.

Desse modo, para a construção dos Quadros 42 a 45, concorreram os trabalhos publicados por diversos autores, nomeadamente, (Sequeira, 2017), (Batista, 2016), (Andrade, 2016), (J. de Brito, 2005), (Vicente, 2012), (A. J. C. dos Santos, 2012).

Quadro 42 - Patologias e respetivas causas comuns aos vários tipos de caixilharias

Descrição da patologia	Causas mais frequentes
Comuns às caixilharias de madeira, alumínio e PVC	
Descolamento ou ausência de mástiques, cordões de estanquidade ou massa de vidraceiro	→ Fixação incorreta do aro no vão
	→ Incorreta interpretação do projeto de execução
	→ Instalação incorreta da caixilharia
	→ Preenchimento incompleto das folgas entre aro e vão
	→ Lavagens excessivas ou com produtos inadequados
Desprendimento ou ausência de peças	→ Conceção incorreta do suporte
	→ Escolha imprópria da geometria do caixilho e material do mesmo
	→ Inexistente ou incorreta pormenorização construtiva
	→ Fixação incorreta de peças
	→ Uso de ferramentas inadequadas aos trabalhos a executar
	→ Utilização de materiais de baixa qualidade e/ou não certificados
	→ Conceção defeituosa do caixilho e/ou componentes em fábrica
→ Falta de rigor e qualidade nos trabalhos de montagem (mão de obra inexperiente ou não qualificada)	
Folgas excessivas ou insuficientes entre aro e vão ou aro e folha	→ Falta de informação sobre as folgas a adotar
	→ Montagem incorreta da caixilharia
	→ Aplicação incorreta dos elementos de vedação
Vidros quebrados	→ Deformação do suporte (gera tensões)
	→ Dimensionamento incorreto dos vidros (espessura)
	→ Má fixação do vidro (folga insuficiente nas juntas)
	→ Impactos provocados por objetos ou outros
	→ Vibrações excessivas
Riscos ou perda de transparência nos vidros	→ Abrasão por fenómenos naturais
	→ Escassez de limpeza periódica
	→ Limpeza com utensílios ou produtos inadequados
Mecanismos de fecho ausentes ou danificados	→ Arrombamento
	→ Desgaste provocado pelo uso
	→ Utilização de materiais de baixa qualidade e/ou não certificados
	→ Pontos de fecho insuficientes ou mal distribuídos
Infiltrações	→ Má vedação das juntas entre caixilho/parede e caixilho/vidro
	→ Escolha de vedantes com baixa permeabilidade ao ar na face exterior da caixilharia
	→ Ausência de pingadeira na face exterior
	→ Utilização de aros incompletos
	→ Má escolha do tipo de janela quando muito expostas às intempéries (nomeadamente janelas de correr)
	→ Vedação mal executada entre perfis da janela
	→ Má construção das janelas (evidenciam-se más vedações nas uniões dos perfis da caixilharia)

Quadro 43 - Patologias e respetivas causas em caixilharias de madeira

Descrição da patologia	Causas mais frequentes
Caixilharias de madeira	
Degradação da madeira	→ Exposição excessiva à radiação solar (ultravioletas)
	→ Absorção de água através de infiltrações (má vedação das juntas)
	→ Humidade
	→ Biodegradação (carunchos, térmitas, fungos, etc.)
	→ Sistemas de ligação/fixação inadequados
	→ Ausência ou insuficiência de manutenções periódicas
	→ Escolha inadequada do tipo de madeira a adotar
	→ Ações de acidente (incêndio e choques ou impactos)
	→ Desgaste mais acentuado pelo uso e tempo (durabilidade menor)
	→ Variações térmicas grandes
Degradação dos acabamentos (exfoliação, descasque ou descamação de tintas ou vernizes)	→ Envelhecimento por falta de manutenção
	→ Seleção inadequada das tintas ou vernizes a aplicar
	→ Má execução em obra (incorreta preparação da superfície de aplicação)
	→ Exposição prolongada à radiação solar (ultravioletas)
	→ Humidade
Empenos e fissuras	→ Tinta ou verniz aplicados numa superfície quente ou húmida
	→ Deformação excessiva das peças de madeira
	→ Capacidade resistente da madeira insuficiente
	→ Falta de qualidade da madeira
	→ Mau processo de fabrico das peças
	→ Ação da temperatura (contrações e dilatações do material)

Quadro 44 - Patologias e respetivas causas em caixilharias de PVC

Descrição da patologia	Causas mais frequentes
Caixilharias de PVC	
Deterioração por ataque químico	→ Contacto com solventes clorados ou aromáticos
	→ Contacto com acetona
	→ Exposição a poluentes atmosféricos (principalmente o sulfito de hidrogénio)
Descoloração do material	→ Excessiva exposição solar (ação dos ultravioletas)
	→ Escolha inadequada do tipo de acabamento face à localização da caixilharia
	→ Envelhecimento do material com o tempo

Quadro 45 - Patologias e respetivas causas em caixilharias de alumínio

Descrição da patologia	Causas mais frequentes
Caixilharias de alumínio	
Deformações excessivas	→ Erros ou falhas ao nível do projeto
	→ Ferragens de fecho mal afinadas ou em número insuficiente
	→ Vidros mal calçados ou mal fixos à caixilharia
	→ Fixações à envolvente insuficientes ou mal distribuídas
Corrosão	→ Contacto direto com outros metais
	→ Tratamento anti-corrosão dos perfis não foi efetuado depois do corte destes
	→ Contacto direto com rebocos
	→ Proximidade a zonas marítimas (ataque de cloretos)
Diferença de tonalidade no material	→ Processo de fabrico mal efetuado (especialmente em alumínio anodizados)
Degradação do revestimento (lacagem)	→ Espessura insuficiente
	→ Ação dos raios UV
	→ Utilização incorrecta de acessórios do caixilho que, por contacto deslizante, podem desgastar o revestimento
	→ Ações de acidente (riscos, manchas, etc.)
Degradação do revestimento (anodização)	→ Espessura insuficiente
	→ Colmatagem insuficiente

6.6 Soluções corretivas para as principais patologias em envidraçados

Neste subcapítulo apresentam-se possíveis soluções para a reabilitação das principais patologias anteriormente expostas, bem como a periodicidade aconselhada para efetuar operações de manutenção e ainda algumas medidas preventivas.

De notar que podem existir diversas soluções de correção para as patologias identificadas e para as tipologias construtivas enunciadas, bem como mais medidas preventivas ou diferentes periodicidades para as ações de manutenção ou inspeção, apresentando-se aqui, apenas algumas das constatadas através da pesquisa bibliográfica efetuada e da consulta de certos fabricantes e empresas de construção.

Para a construção dos Quadros 46 a 57, concorreram os trabalhos publicados por diversos autores.

Relativamente às possíveis soluções de correção e medidas preventivas, foram consultadas as seguintes referências: (COOP Ribatejo, 2015), (Vicente, 2012), (J. de Brito, 2005), (Andrade, 2016), (eHow, 2021), (CASANATURAL, 2019), (SASAZAKI, 2019), (Atkore - Heritage Plastics, 2021), (Cleanipedia, 2020), (wikiHow, n.d.), (Carving Tools Guide, 2018), (TheFastCode, 2018), (Dulude, 2021), (Hatch, 2018), (Área Limpa, 2021), (INTERCROMA, 2020), (Votorantim, 2015),

Já para as ações de manutenção e inspeção aconselhadas, foram consultadas as seguintes referências: (extrusal, 2018), (J. P. B. F. Moreira, 2010).

Quadro 46 - Soluções corretivas e medidas preventivas comuns às várias caixilharias

Comuns às caixilharias de madeira, alumínio e PVC			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Infiltrações	<p>→ Em situações em que se manifestem irregularidades ou a inexistência de vedação entre a caixilharia e os restantes elementos constituintes do vão envidraçado, deve proceder-se ao reforço da vedação. Para o efeito pode optar-se pela aplicação de um vedante à base de poliuretano nas zonas envolventes à caixilharia. De notar que qualquer vedante utilizado só deve ser aplicado com as janelas bem secas e em todas as frestas para que seja eficaz. Apenas após estar completamente seca é que a vedação será eficaz contra humidades e infiltrações.</p> <p>→ Em muitos casos esta anomalia ocorre devido a erros na execução em obra da solução construtiva adotada. Nestes casos o recomendado será remover todo o sistema de caixilharia e voltar a colocá-lo de forma correta ou com eventuais peças de fixação que estivessem ausentes</p>	<p>→ Inspeção de todas as vedações averiguando o seu estado de conservação e propriedades físicas - 4 vezes ao ano (em ambientes agressivos, como zonas costeiras ou zonas com elevada poluição atmosférica) ou 2 vezes ao ano (restantes casos)</p>	<p>→ Executar corretamente todas as vedações entre a caixilharia e o vidro</p> <p>→ Garantir uma inclinação adequada para as pingadeiras e sempre com pendente para o exterior</p> <p>→ Recorrer a materiais de qualidade e passíveis de serem utilizados em zonas de contacto próximo com o exterior</p> <p>→ Correta aplicação em obra de todos os elementos constituintes das caixilharias</p>
Mecanismos de fecho ausentes ou danificados	<p>→ Na inexistência de certas peças que permitam o correto funcionamento de todos os mecanismos de abertura e fecho das caixilharias, será necessário adquirir as mesmas, notando que sejam compatíveis com a solução construtiva da caixilharia escolhida</p> <p>→ Nos casos em que as peças e mecanismos se encontrem danificados e deixem de funcionar corretamente deverão ser substituídos por peças novas</p> <p>→ Em certas situações os mecanismos podem deixar de funcionar corretamente, não pela degradação das peças propriamente ditas, mas pelo facto de ser necessário apertar e afinar os mesmos, não sendo por isso necessária a substituição</p>	<p>→ Inspeção rigorosa dos mecanismos da caixilharia verificando o seu correto funcionamento - Anual</p> <p>→ Manutenção dos componentes da caixilharia através da lubrificação destes com um óleo fino - Anual</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Correta montagem em obra de todos os mecanismos e peças para um adequado funcionamento das caixilharias</p> <p>→ Após montagem das caixilharias verificar sempre que estas funcionam corretamente</p> <p>→ Manusear apropriadamente as peças constituintes das caixilharias</p> <p>→ Efetuar a manutenção ou substituição de peças e mecanismos danificados ou que funcionem incorretamente</p>
Folgas excessivas ou insuficientes entre aro e vão ou aro e folha	<p>→ Folgas Excessivas: Deve proceder-se ao preenchimento parcial das folgas, até que possuam uma espessura adequada, por exemplo através da aplicação de espuma de poliuretano e posteriormente uma camada de silicone</p> <p>→ Folgas Insuficientes: A necessidade da presença de folgas de uma determinada espessura está relacionada com a dilatação térmica dos materiais que compõem a caixilharia, pelo que deve ser sempre contemplada. Caso não existam folgas, os materiais ao dilatarem geram tensões internas devido ao confinamento e podem fissurar ou quebrar. A solução passará por executar as referidas folgas em todo o contorno da caixilharia entre o aro e o vão e o aro e a folha</p>	<p>→ Inspeção visual para verificar o estado das borrachas/silicone para garantir que a segurança e estanquidade da caixilharia - 3 Anos</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Definir corretamente as folgas entre os elementos que compõem as caixilharias, tendo em conta os materiais utilizados e o ambiente envolvente</p> <p>→ Aquando da execução em obra das caixilharias, garantir que a solução construtiva adotada é bem elaborada, cumprindo-se a espessura indicada para as folgas entre materiais</p> <p>→ Definir em projeto as folgas a respeitar para uma correta instalação das caixilharias</p>

Quadro 47 - Soluções corretivas e medidas preventivas comuns às várias caixilharias (continuação)

Comuns às caixilharias de madeira, alumínio e PVC			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Desprendimento ou ausência de peças	<p>→ No caso de peças que se tenham soltado da caixilharia, averiguar se o motivo foi a incorreta fixação das mesmas ou a inadequação destas face à solução construtiva escolhida - Se o problema estiver relacionado com a má fixação das peças e estes ainda se encontrarem em bom estado, recolocá-las novamente de forma correta - Por outro lado se as peças originalmente instaladas foram indevidamente escolhidas, proceder à colocação de novas peças compatíveis com a caixilharia em apreço</p> <p>→ Na circunstância de não existirem certas peças essenciais ao correto funcionamento e desempenho das caixilharias, estas devem ser adquiridas e instaladas</p>	<p>→ Inspeção rigorosa de todos os componentes e peças das caixilharias verificando o seu correto funcionamento e adequada fixação - Anual</p> <p>→ Manutenção das peças das caixilharias através da lubrificação destas com um óleo fino e se necessário afinação e fixação destas - Anual</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Correta fixação de todas as peças e mecanismos que constituem a solução construtiva escolhida para a caixilharia</p> <p>→ Escolha de peças e mecanismos compatíveis com a caixilharia adotada</p> <p>→ Garantia da qualidade dos materiais empregues</p> <p>→ Utilização em obra de ferramentas adequadas para a instalação de todos os componentes de uma caixilharia</p> <p>→ Fornecimento gráfico de pormenores construtivos e detalhes específicos e essenciais para uma correta montagem das caixilharias</p>
Descolamento ou ausência de mastiques, cordões de estanquidade ou massa de vidraceiro	<p>→ Descolamento do vedante existente: Será necessário remover todo o vedante e voltar a colocar um novo em todo o perímetro - Primeiramente deve remover-se a caixilharia - De seguida procede-se à remoção do vedante com uma espátula e uma lâmina - Em muitos casos o vedante pode encontra-se extremamente solidificado, pelo que deve utilizar-se uma pistola de calor para amolece-lo primeiro e depois sim raspar o mesmo - Após ter sido totalmente removido, volta a vedar-se o contorno com novo vedante</p> <p>→ Vedante inexistente: Caso não tenha sido colocado qualquer tipo de vedante, este deve logo que possível ser aplicado por pessoal devidamente qualificado para o efeito</p>	<p>→ Inspeção de todas as vedações (silicones, mastiques, massas, etc.) da caixilharia averiguando o seu posicionamento, elasticidade, deformações e fissuração - 4 vezes ao ano (em ambientes agressivos, como zonas costeiras ou com elevada poluição atmosférica) ou 2 vezes ao ano (em ambientes não agressivos)</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Escolha adequada do tipo de material a utilizar, atendendo às condições ambientais da envolvente</p> <p>→ Em operações de manutenção ou lavagem das caixilharias e vidros, recorrer a produtos próprios e que não degradem os materiais de vedação, bem como a utilização de utensílios apropriados</p> <p>→ Correta execução de todas as etapas construtivas da janela, recorrendo a pessoal qualificado</p>

Quadro 48 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de madeira

Caixilharias de madeira			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Degradação da madeira	<p>→ Degradação provocada pela exposição intensa à radiação solar: Limpar previamente a madeira com um pano húmido e deixar secar - Aplicar um protetor de madeira à base de óleo, se possível com coloração permitindo assim uma proteção extra aos raios UV</p> <p>→ Degradação provocada por atividade de insetos: Limpar previamente a madeira com um pano húmido e deixar secar - Injetar nos orifícios abertos pelos insetos um inseticida próprio para o efeito até que estes se encontrem saturados - Para garantir um tratamento mais eficaz podem efetuar-se alguns orifícios extra na madeira com recurso a uma broca fininha e injetar nos mesmos o produto inseticida - Decorridos dez dias após o tratamento, caso ainda se evidenciem sinais da presença de insetos, voltar a repetir o procedimento</p> <p>→ Degradação provocada por fungos: Limpar previamente a madeira com um pano húmido e deixar secar - Aplicar uma solução de cloro diluído em água, ou outro produto que elimine fungos em madeiras e esfregar suavemente - Caso os vestígios de fungos não sejam superficiais será necessário lixar a madeira até atingir os mesmos e só depois esfregar com o fungicida - Na maioria dos casos em que se verifica uma grande dispersão dos fungos em profundidade, o recomendável será substituir a madeira por uma nova</p> <p>→ Podridão (ação da água e humidade): Com recurso a um formão e uma chave de fendas remove-se toda a madeira podre, que normalmente é bastante quebradiça, até atingir uma parte razoavelmente firme do material - Efetuar este procedimento até deixarem de se soltar pedaços de madeira - Aspirar o local eliminando pequenos pedaços de madeira e poeiras - Recorrendo a uma espátula de vidro espalhar sobre a madeira uma massa plástica própria para o efeito, empurrando-a contra todas as frestas e cantos da madeira - Deixar a massa plástica secar seguindo as instruções do fabricante - Lixar a área intervencionada para que a madeira fique totalmente nivelada - Aplicar um primário e pintar com a cor desejada para a madeira - Nos casos em que os caixilhos se encontrem extremamente danificados o recomendado será substituí-los por outros novos</p>	<p>→ Inspeção visual para averiguar estado de conservação da madeira e presença de insetos (acumulação de poeiras e presença de pequenos furos) - Sempre que se efetua a limpeza das madeiras e zonas circundantes</p> <p>→ Inspeção visual averiguando a existência de manchas, normalmente sinal de humidade ou presença de água - Sempre que se repare na presença destes sinais</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pro-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Escolher um tipo de madeira adequado face à exposição da mesma, optando pelas que sejam tratadas e com acabamentos que confirmam proteção aos raios UV, ataque de insetos e/ou fungos</p> <p>→ Efetuar tratamentos preventivos contra a biodegradação periodicamente, através da aplicação de vernizes que contenham inseticidas e fungicidas</p> <p>→ Armazenar corretamente as peças de madeira em locais ventiladas e protegidos da água e humidade</p> <p>→ Executar corretamente a montagem da caixilharia em obra, recorrendo igualmente a peças de fixação adequadas para o tipo de madeira e de solução construtiva escolhida</p> <p>→ Durante a instalação das caixilharias prevenir eventuais acidentes que provoquem danos ao material, garantindo um adequado armazenamento das peças e materiais, bem como o uso de ferramentas e técnicas construtivas apropriadas</p> <p>→ Precaver a presença de água juntos ao caixilho de madeira, através da correta execução de pingadeiras e eficiente vedação das juntas</p>

Quadro 49 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de madeira (continuação)

Caixilharias de madeira			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Vidros quebrados	<p>→ Remoção do bite de fixação e remate do vidro (contorno de madeira que envolve o vidro junto às extremidades) - Recorrendo a um cinzel remover a massa de vidraceiro ou o produto de colagem existente - Com recurso a um turquês retirar os pregos que serviam de auxílio à fixação do vidro - Recolocar uma camada fina de massa de vidraceiro ou equivalente em toda a extensão do caixilho - Posicionar o novo vidro no local mantendo uma distância ao caixilho igual a toda a volta - Aplicar novos pregos igualmente distanciados entre si e na quantidade recomendada - Adicionar novamente massa de vidraceiro ou equivalente em todos os bordos do caixilho segundo um ângulo de 45° com o mesmo - Retirar o excesso do produto de colagem quer pelo exterior quer pelo interior da janela - Deixar secar</p>	<p>→ Reparação ou substituição dos vidros que se encontrem partidos - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Definir corretamente as espessuras dos vidros a empregar, normalmente no projeto térmico → Preferir a aplicação de vidros temperados ao invés dos restantes, visto serem mais resistentes às variações térmicas, evitando a sua rotura → Garantir uma folga adequada entre o vidro e o caixilho, assegurando-se que esta nunca é pequena demais, já que com o calor o vidro dilata e assim não são acautelados eventuais movimentos diferenciais → Colocação correta dos parafusos de suporte à fixação do vidro no caixilho → Averiguar se foram seguidas as recomendações para o armazenamento dos vidros (tipo de cavalete, espaçamento entre vidros, ângulo de orientação, etc.)</p>
Degradação dos acabamentos (exfoliação, descasque ou descamação de tintas ou vernizes)	<p>→ Deve lixar-se toda a tinta ou verniz com recurso a uma espátula ou lixa, até que se deixem de soltar partículas da superfície da madeira - Aplicar o primário e deixar secar - Caso existam pequenas aberturas na madeira, é possível preenche-las com uma massa de enchimento e após esta secar, aplicar de novo primário - Pintar com uma tinta ou verniz de esmalte próprio para madeiras, tendo em atenção se é aplicável para o interior ou exterior</p>	<p>→ Inspeção visual para averiguar estado de conservação da madeira e do verniz - Anual → Manutenção através da execução de um novo envernizamento da madeira - 2 ou 3 Anos (dependendo da exposição ao sol, chuva, etc.) → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Não aplicar tintas ou vernizes em superfícies poeirentas, sujas ou gordurosas, efetuando sempre uma lavagem prévia da madeira com água limpa e sabão, deixando secar, ou então aspirando bem a sua superfície → Não aplicar demasiadas camadas de tinta ou verniz → Permitir que os primários e as demãos de tinta ou verniz sequem totalmente → Aplicar tintas ou vernizes adequados face à exposição da caixilharia</p>

Quadro 50 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de madeira (continuação)

Caixilharias de madeira			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Empenos	<p>→ Remover a peça de madeira empenada da caixilharia - Colocá-la sobre uma mesa rígida - Humedecer toalhas de pano finas, removendo o excesso de água para que não fiquem encharcadas - Colocá-las sobre a zona da madeira empenada e na parte côncava (virada para dentro) desta - Envolver toda a peça de madeira e as toalhas humedecidas com película aderente, que permitirá desacelerar o processo de evaporação e manter as toalhas e a madeira húmidas durante mais tempo - Apertar a madeira nas extremidades com umas prensas, executando a pressão de forma gradual, para que a madeira não parta - Após pressionar com a prensa, quando a madeira se encontrar na posição desejada, mante-la assim durante cerca de uma semana e com um foco quente sobre si, através de uma lâmpada de calor ou um cobertor elétrico - Passada uma semana retirar a peça de madeira da prensa e remover a película aderente e as toalhas - Caso a peça ainda se encontre algo deformada, recolocá-la na prensa enquanto seca - Após a madeira estar completamente seca poderá voltar a ser recolocada</p> <p>→ Em alturas do ano em que se preveja muita humidade e chuva, a remoção de parte da caixilharia não será uma solução, devido ao processo de tratamento algo demorado, pelo que nesses casos o ideal será substituir as peças de madeira empenadas por umas novas, bem como no caso de peças com geometria mais complexa</p>	<p>→ Inspeção visual para verificar a existência de zonas com concavidades ou convexidades na madeira, bem como o correto funcionamento dos sistemas de abertura - Sempre que se efetue a limpeza das caixilharias</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Garantir que durante o fabrico das peças de madeira, as suas faces foram secas uniformemente, não ocorrendo uma secagem mais rápida de uma zona em relação a outras</p> <p>→ Assegurar que o armazenamento em obra das peças de madeira é adequado, garantindo um bom suporte das mesmas, verificando-se o mesmo durante o transporte</p>

Quadro 51 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de madeira (conclusão)

Caixilharias de madeira			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Fissuras	<p>→ Adquirir massa de calafetar na mesma cor da madeira, ou então misturar cores para obter o tom pretendido - Caso a madeira que se encontra fissurada for envernizada, averiguar através do rótulo se a massa é compatível com o verniz - Usando luvas preenche-se a fissura com a massa e posteriormente regulariza-se a superfície com uma espátula - Aquando da regularização da massa com a espátula deve deixar-se uma pequena porção de material excedente no contorno da fissura - Por fim deixa-se a massa secar conforme instruções do fabricante - Após a massa ter secado lixar o excesso de material na zona intervencionada</p>	<p>→ Inspeção visual para verificar a existência de fissuras nas caixilharias de madeira - Sempre que se efetue a limpeza das caixilharias</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Garantir que durante o fabrico das peças de madeira, as suas faces foram secas uniformemente, não ocorrendo uma secagem mais rápida de uma zona em relação a outras</p> <p>→ Assegurar que o armazenamento em obra das peças de madeira é adequado, garantindo um bom suporte das mesmas, verificando-se o mesmo durante o transporte</p> <p>→ Logo que aplicadas em obra, as peças de madeira devem ser imediatamente protegidas, revestindo-as com tinta, verniz ou tapaporos</p> <p>→ Efetuar um correto dimensionamento da caixilharia de madeira, para que não fissure após a colocação do vidro ou por pequenas deformações da própria parede</p> <p>→ Escolher madeiras adequadas, bem como as respetivas peças de fixação</p>

Quadro 52 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de alumínio

Caixilharias de alumínio			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Vidros quebrados	<p>→ Remover a caixa de vedação superior com auxílio de uma chave de fendas - Desapertar o guia deslizante da frente da folha móvel com uma chave de allen - Retirar a peça de travagem da folha móvel com uma chave de fendas - Remover a folha de vidro movimentando-a para cima e inclinando-a para trás - Retirar o deslizante superior - Remover os parafusos de fixação da moldura - Remover o material de vedação, normalmente borracha bem como o vidro - Proceder à limpeza do local com água e detergente neutro, recorrendo a uma esponja macia - Após secar colocar o novo vidro - Montar a moldura da folha e fixar os parafusos - Colocar o material de vedação - Apertar o guia deslizante da frente da folha móvel</p>	<p>→ Reparação ou substituição dos vidros que se encontrem partidos - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Definir corretamente as espessuras dos vidros a empregar, normalmente no projeto térmico → Preferir a aplicação de vidros temperados ao invés dos restantes, visto serem mais resistentes às variações térmicas, evitando a sua rotura → Garantir uma folga adequada entre o vidro e o caixilho, assegurando-se que esta nunca é pequena demais, já que com o calor o vidro dilata e assim não são acautelados eventuais movimentos diferenciais → Colocação correta dos parafusos de suporte à fixação do vidro no caixilho → Averiguar se foram seguidas as recomendações para o armazenamento dos vidros (tipo de cavalete, espaçamento entre vidros, ângulo de orientação, etc.)</p>
Corrosão	<p>→ Em casos de corrosão leve (oxidações): Limpar a superfície do metal com água e sabão para eliminar qualquer vestígio de sujidades e poeiras - De seguida limpar o alumínio com um produto de lavagem próprio para este tipo de metais - Aplicar uma pasta para polir metais na zona oxidada - Por fim encerar o material com um produto adequado, o que ajudará na prevenção de futuras oxidações → Em casos de corrosão extrema (alumínio picotado): A solução passa por remover as peças corroídas e substituí-las por outras novas</p>	<p>→ Inspeção visual para identificar possíveis sinais de corrosão, em zonas costeiras - 2 anos → Inspeção visual para identificar possíveis sinais de corrosão, em zonas não costeiras - 4 anos → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Aplicar uma camada de tinta, adequada para o efeito, sobre a superfície do alumínio, evitando-se assim o contacto direto entre este e a humidade do ar. Quando se optar por esta solução é necessário que as peças de alumínio tenham sido previamente lacadas através da imersão das mesmas numa solução à base de poliéster termoendurecível → Recorrer à anodização (proteção por filme de óxido) das peças de alumínio</p>

Quadro 53 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de alumínio (continuação)

Caixilharias de alumínio			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Deformações excessivas	→ Devido à constituição química e física do alumínio o tratamento de eventuais deformações evidenciadas é bastante complexo e de difícil solução. Desta forma o recomendável é proceder à substituição das peças danificadas por outras novas e em bom estado	→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Não sujeitar o material a temperaturas extremamente altas → Garantir um bom dimensionamento estrutural das paredes, para que não sofram deformações exageradas, evitando assim uma pressão significativa nas caixilharias de alumínio
Diferença de tonalidade no material	→ Quando a diferença de tonalidade advém do fabrico: A solução passará por trocar a peça por outro em bom estado, principalmente quando o alumínio é anodizado. Caso este não seja anodizado (a tinta não "agarra" neste tipo de acabamento), poderá pintar-se a peça para que apresente uma cor uniforme em toda a superfície → Quando a diferença de tonalidade advém da pintura: Neste cenário o indicado será lixar a superfície da peça de alumínio, com cuidado, e repintar a mesma de forma correta	→ Inspeção visual da caixilharia constatando se o material perdeu a cor ou brilho - Quando se efetue a limpeza da caixilharia → Reparação de anomalias observáveis através da substituição das peças de alumínio alteradas - Sempre que seja necessário	→ Efetuar corretamente todas as etapas do processo de fabrico do material Quando pintado: → Ajustar corretamente o leque das pistolas para que a tinta seja espalhada uniformemente e na mesma quantidade em toda a superfície → Evitar demãos excessivas e cumprir o tempo recomendado entre elas
Degradação do revestimento (lacagem)	→ Em casos simples (manchas, falta de brilho, riscos, etc.): Adquirir um solvente com ph neutro e compatível com superfícies de alumínio lacado - Lavar a peça de alumínio lacado com o referido produto, eliminando assim uma porção da camada superior do material que se encontra danificada - Aplicar de seguida uma creme de restauração próprio para este material e para a sua localização (interior ou exterior) - Como extra aplicar uma camada de revestimento hidrofóbico que permitirá uma maior proteção aos raios UV e uma limpeza mais fácil da superfície em futuras manutenções → Em casos de degradação extrema ou quando não foram escolhidas adequadamente as características geométricas do material: Remover a caixilharia e substituí-la por outra com todos os elementos e peças apropriados	→ Inspeção das uniões entre peças de alumínio para verificar se existem sinais de corrosão no revestimento - Quando se efetue a limpeza da caixilharia → Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário	→ Durante o processo de fabrico, os fabricantes devem garantir o controlo da qualidade dos seus materiais, no caso da lacagem do alumínio, com especial atenção nas fases de secagem e polimerização → Untar anualmente os alumínio lacados com um produto próprio à base de glicerina, que conferem uma proteção extra ao material

Quadro 54 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de alumínio (conclusão)

Caixilharias de alumínio			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Degradação do revestimento (anodização)	<p>→ Em casos simples (manchas, falta de brilho, riscos, etc.): Efetuar uma lavagem prévia com água e sabão neutro - De seguida recorrendo a um produto próprio para este tipo de material limpar novamente - Aplicar de seguida uma creme de restauração próprio para este material e para a sua localização (interior ou exterior) - Como extra aplicar uma camada de revestimento hidrofóbico que permitirá uma maior proteção aos raios UV e uma limpeza mais fácil da superfície em futuras manutenções</p> <p>→ Em casos de degradação extrema ou quando não foram escolhidas adequadamente as características geométricas do material: Remover a caixilharia e substituí-la por outra com todos os elementos e peças apropriados</p>	<p>→ Inspeção das uniões entre peças de alumínio para verificar se existem sinais de corrosão no revestimento - Quando se efetue a limpeza da caixilharia</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Durante o processo de fabrico, os fabricantes devem garantir o controlo da qualidade dos seus materiais, com especial atenção para a obtenção da camada de oxidação que dá origem à anodização do alumínio</p> <p>→ Para que o alumínio anodizado apresente uma boa resistência à corrosão é necessário uma boa colmatagem do material durante o fabrico e definir corretamente a classe de espessura, com base na agressividade do ambiente de exposição</p> <p>→ Colocar vedante no interior do alumínio durante a montagem e um produto de proteção próprio nas zonas mais problemáticas, como as juntas e as uniões das peças</p>

Quadro 55 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de PVC

Caixilharias de PVC			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Deterioração por ataque químico	<p>→ O PVC é um material extremamente resistente à corrosão por quase todas as substâncias, pelo que normalmente não é protegido por nenhum composto adicional. Uma vez que as substâncias que o deterioram não estão presentes em zonas comuns, não entrando em contacto com as caixilharias a principal solução passa por não aplicar este tipo de material nas referidas zonas, dado que quando corroído a única solução é a substituição do mesmo, sendo que na presença de substâncias nocivas acabará por se degradar novamente</p>	<p>→ Inspeção visual para averiguar se existem sinais de degradação do PVC - Quando se efetue a limpeza da caixilharia</p> <p>→ Reparação de anomalias observáveis (manutenção pró-ativa) - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Não utilizar produtos corrosivos para o PVC em eventuais operações de manutenção ou limpeza, como os solventes clorados, aromáticas ou a acetona</p> <p>→ Não utilizar caixilharias de PVC em locais com concentração considerável de poluentes atmosféricos, nomeadamente o sulfato de hidrogénio</p>

Quadro 56 - Soluções corretivas e medidas preventivas em caixilharias de PVC (continuação)

Caixilharias de PVC			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Vidros quebrados	<p>→ Remover a caixa de vedação superior com auxílio de uma chave de fendas - Desapertar o guia deslizante da frente da folha móvel com uma chave de allen - Retirar a peça de travagem da folha móvel com uma chave de fendas - Remover a folha de vidro movimentando-a para cima e inclinando-a para trás - Retirar o deslizante superior - Remover os parafusos de fixação da moldura - Remover o material de vedação, normalmente borracha bem como o vidro - Proceder à limpeza do local com água e detergente neutro, recorrendo a uma esponja macia - Após secar colocar o novo vidro - Montar a moldura da folha e fixar os parafusos - Colocar o material de vedação - Apertar o guia deslizante da frente da folha móvel</p>	<p>→ Reparação ou substituição dos vidros que se encontrem partidos - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Definir corretamente as espessuras dos vidros a empregar, normalmente no projeto térmico → Preferir a aplicação de vidros temperados ao invés dos restantes, visto serem mais resistentes às variações térmicas, evitando a sua rotura → Garantir uma folga adequada entre o vidro e o caixilho, assegurando-se que esta nunca é pequena demais, já que com o calor o vidro dilata e assim não são acautelados eventuais movimentos diferenciais → Colocação correta dos parafusos de suporte à fixação do vidro no caixilho → Averiguar se foram seguidas as recomendações para o armazenamento dos vidros (tipo de cavalete, espaçamento entre vidros, ângulo de orientação, etc.)</p>
Descoloração do material	<p>→ Após o material ficar descolorado uma das soluções passa pela substituição das peças de caixilharia alteradas por outras novas. Para o efeito e para retardar a descoloração das caixilharias em PVC, devem optar-se por compostos deste material com adição de absorventes de radiação UV, como por exemplo, o dióxido de titânio, que por norma é o mais utilizado → Outra solução é a pintura do PVC, obrigatoriamente com uma tinta à base de água formulada para uso em ambientes de exterior</p>	<p>→ Inspeção visual das peças de PVC com o intuito de verificar a sua possível descoloração ou alteração de cor - Quando se efetue a limpeza da caixilharia → Reparação de anomalias observáveis através da substituição das peças de PVC alteradas - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Em ações de limpeza empregar produtos naturais e especificamente concebidos para superfícies de PVC, nunca utilizando produtos que contenham amoníaco, nem utensílios rígidos ou ásperos → Escolher a cor do material consoante a exposição solar da caixilharia seja reduzida ou elevada → Garantir junto dos fabricantes o controlo da qualidade dos produtos, verificando se estes apresentam uma cor uniforme após a produção</p>

Quadro 57 - Soluções corretivas e medidas preventivas para vidros

Vidros			
Descrição da anomalia	Possíveis soluções de correção	Ações de manutenção/inspeção (periodicidade aconselhada)	Medidas preventivas
Riscos ou perda de transparência nos vidros	<p>→ Na presença de riscos: Limpar o vidro com um pano humedecido em água morna, eliminando toda a sujidade e poeiras acumuladas - Deixar secar bem o vidro - Aplicar um pouco de polidor de metais num pano, sendo os mais eficazes os que contêm óxido de cério na sua composição - Esfregar o produto com o pano sobre a superfície do vidro riscada, através de movimentos circulares e durante cerca de 30 segundos (esta operação permite lixar suavemente a zona danificada eliminando os riscos) - Passar um pano humedecido em água morna para eliminar o polidor de metais da superfície do vidro - Esta solução apenas é válida para riscos de pequena a média dimensão e não muito profundos, caso contrário será necessário lixar toda a superfície do vidro por parte de um técnico devidamente qualificado</p> <p>→ Nos casos de perda de transparência: Limpar o vidro com uma solução adequada para o efeito e com um pano suave (microfibra) para que não solte fiapos - Para tal o indicado será limpar uma das faces do vidro com movimentos circulares e a outra com movimentos verticais - Deixar o vidro secar uniformemente - Passar uma toalha suave e seca para eliminar qualquer vestígio de água ou humidade da superfície - Após este procedimento se o vidro permanecer translúcido, deverá ser trocado, dado que terá ficado manchado irreversivelmente, possivelmente a partir do seu interior</p>	<p>→ Inspeção visual para constatar a existência de defeitos no vidro - Quando se efetue a limpeza da caixilharia</p> <p>→ Limpeza ou substituição dos vidros que se encontrem riscados ou manchados - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Limpar os vidros com produtos e utensílios adequados, nunca utilizando produtos à base de solventes ou ácidos, bem como materiais que não sejam suaves</p> <p>→ Não deixar próximo de vidros objetos passíveis de os riscarem, evitando assim acidentes</p> <p>→ Escolher dias nublados ou períodos com nenhuma ou pouca incidência de sol para limpar os vidros, evitando assim o aparecimento de manchas pela evaporação e secagem desigual destes</p> <p>→ Não utilizar demasiada água durante a lavagem dos vidros</p> <p>→ Realizar a limpeza dos vidros com certa regularidade para que não se acumulem sujidades, substâncias ou poeiras, evitando assim a opacidade do material, bem como o aparecimento de riscos</p>
Coefficiente de transmissão térmica (U) elevado	<p>Os vidros com coeficiente de transmissão térmica elevado, nomeadamente os simples, aumentam a ocorrência de condensações ao nível dos envidraçados provocando a escorrência de água pelas gotas que se formam na superfície do material.</p> <p>Muitas vezes verifica-se que o escoamento nas soleiras não é suficiente, o que provoca a formação de depósitos de água nos parapeitos, deteriorando os materiais de revestimento.</p> <p>→ Uma das soluções passa pela colocação de um segundo caixilho com vidro simples ou duplo e com um valor menor de coeficiente de transmissão térmica, reduzido assim as condensações.</p> <p>→ Ou em alternativa a substituição dos vidros simples por vidros duplos, igualmente com menor coeficiente de transmissão térmica.</p>	<p>→ Não sendo possível a substituição dos vidros, é recomendável efetuarem-se ações de manutenção, como por exemplo, a colocação de sacos de forma cilíndrica cheios com areia, junto à caixilharia na parte interior, de modo a ser possível absorver toda a água que esorra pela janela e não consiga drenar para o exterior, evitando assim o depósito de água nos parapeitos e soleiras - Sempre que seja necessário</p>	<p>→ Optar em fase de projeto por vidros com coeficientes de transmissão térmica reduzidos e adequados face à exposição ambiental (temperatura ambiente)</p> <p>→ Colocação de soleiras de ressoamento com maior capacidade de drenagem</p>

Na Figura 68 ilustram-se algumas das patologias referidas anteriormente ao nível das caixilharias.



Figura 68 – Patologias em envidraçados; (a) Infiltração pela parede junto ao envidraçado (deterioração guarnições de madeira); (b) Má execução de cordão de estanquidade (reproduzido de (A. J. C. dos Santos, 2012)); (c) Desprendimento da massa de vidraceiro (reproduzido de (Cox, 2022)); (d) Condensações derivadas do elevado coeficiente de transmissão térmica dos caixilhos de alumínio (reproduzido de (Window Resource, 2022)); (e) Descoloração em caixilharia de PVC (reproduzido de (Traditional Painter, 2014))

7. CASO DE ESTUDO – PROPOSTAS DE SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO PARA EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR EM VILA DO CONDE

7.1 Apresentação do edifício

O presente caso de estudo refere-se a um edifício localizado na Avenida Doutor João Canavarro no centro da cidade de Vila do Conde, sendo este composto por duas entradas correspondentes aos números 124 e 140 do arruamento.

O edifício de habitação multifamiliar em apreço é constituído por uma cave parcialmente enterrada, rés-do-chão e cinco andares, sendo que a cave destina-se exclusivamente a garagens e arrumos particulares das frações. Por outro lado o rés-do-chão é apenas ocupado por comércio e serviços. Globalmente o edifício em causa é composto por 24 frações habitacionais e 7 frações comerciais.

A construção do empreendimento data de inícios da década de 70 (1971/1972) sendo por isso um edifício próximo dos 50 anos, data que diz respeito ao fim de vida útil regulamentar considerado para este tipo de infraestruturas. Desta forma e dado que nunca foi alvo de grandes obras de reabilitação ou manutenção, este edifício apresenta por isso algumas patologias quer na envolvente interior, quer na envolvente exterior a qual constitui o foco principal deste estudo através dos elementos da cobertura, parede de fachada e caixilharias.

Nas seguintes fotografias apresentam-se as quatro fachadas do edifício em questão, bem como alguns pormenores do mesmo.



Figura 69 - Fachada Sul (principal) e parte da fachada Poente



Figura 70 - Fachada Sul (principal) e parte da fachada Nascente



Figura 71 - Fachada Norte (traseira) e fachada Nascente



Figura 72 - Pormenor dos andares de habitação da fachada Sul



Figura 73 - Pormenor dos andares de habitação da fachada Norte

7.2 Caracterização construtiva do edifício

O presente capítulo pretende descrever a envolvente exterior do edifício (cobertura, paredes de fachada e caixilharias) através da caracterização construtiva dos elementos.

7.2.1 Cobertura

A cobertura do edifício é revestida a telha cerâmica e a estrutura de suporte é realizada com vigotas pré-esforçadas de betão, sendo do tipo inclinada com seis águas. É ainda possível constatar que a estrutura de suporte da cobertura assenta num apoio de topo que funciona como caleiro periférico, encontrando-se o mesmo limitado por uma platibanda.

As referidas platibandas são de betão armado e revestidas a pastilha cerâmica do mesmo tipo da utilizada na fachada. O rufo das platibandas da cobertura é em chapa e composto por pingadeira e tela asfáltica de alumínio.

A drenagem das águas pluviais é assegurada pelo caleiro longitudinal existente entre a interface da platibanda com a cobertura, sendo todas as águas recolhidas nesses pontos e posteriormente reencaminhadas para os tubos de queda. Os tubos de queda são todos em PVC encontrando-se alguns fixados à fachada e outros embutidos nesta.

Por último as chaminés e couretes são constituídas por tijolo vazado e revestidas com pastilha cerâmica igual à utilizada na fachada, sendo a sua parte superior coberta por placas de betão.

7.2.2 Paredes de fachada

As fachadas do edifício são compostas por parede dupla com a seguinte constituição do interior para o exterior: reboco com acabamento final a tinta, alvenaria de tijolo cerâmico normal vazado, caixa-de-ar, tijolo cerâmico normal vazado, reboco e revestimento final com pastilha cerâmica. Pela idade do edifício e pelo depoimento dos habitantes é possível concluir que não existe qualquer material de isolamento térmico nas paredes exteriores.

Através de uma inspeção visual é notório o estado de degradação do revestimento de pastilha cerâmica, denotando-se várias fissuras no próprio material e nas juntas de preenchimento. Tal evidência conduziu a

consequências graves, verificando-se problemas de infiltrações entre os dois panos constituintes da fachada e conseqüentemente para o interior das frações onde é possível observar o destacamento da tinta, o aparecimento de manchas de humidade e humidade ascensional.

7.2.3 Caixilharias

As caixilharias do edifício são na sua grande maioria de folha simples em alumínio lacado, sem corte térmico e com vidro duplo, com estores em régua de PVC.

As principais anomalias inerentes às várias caixilharias do edifício são nomeadamente a existência de infiltrações, quer através da própria caixilharia, quer através das soleiras, peitoris e caixas de estores.

Evidenciam-se sinais de deterioração nos vedantes e impermeabilização das caixilharias nas zonas de fixação com a parede, sendo que a base dos peitoris não apresenta qualquer impermeabilização, permitindo a infiltração de água para o interior das frações através dos aros da caixilharia.

7.3 Levantamento das patologias existentes na cobertura e propostas de soluções corretivas

Nos seguintes subcapítulos apresentam-se as principais patologias detetadas na cobertura inclinada do edifício em apreço.

Para cada uma são identificadas as causas que conduziram ao seu aparecimento e uma possível solução de reabilitação.

7.3.1 Degradação do revestimento em telha cerâmica e ausência de isolamento térmico

Através de uma inspeção visual foi possível observar o elevado grau de deterioração de algumas das telhas cerâmicas, nomeadamente ao nível da presença de fissuras de elevada dimensão e a oxidação de elementos metálicos, bem como a presença generalizada e acentuada de vegetação parasitária de várias espécies e a acumulação de detritos.

Relativamente à presença de fissuras no revestimento da cobertura e à oxidação de peças metálicas, são notórios alguns erros de execução na sobreposição de telhas com telhas e de telhas com as demais peças acessórias da cobertura. Outras causas para a verificação desta anomalia são as ações térmicas provocadas sobre a estrutura do edifício e materiais da envolvente, a degradação natural causada pela exposição ambiental, o efeito de deformações sofridas pela estrutura do edifício ao longo do tempo, a deterioração natural dos materiais empregues e a ocorrência de ciclos gelo-degelo.

Neste caso em particular, a ocorrência contínua e intensa de ciclos gelo-degelo parece ser a principal causa do padrão de fissuração observado ao nível do revestimento em telha cerâmica. A má ventilação da cobertura e a ausência de isolamento térmico não permite que seja possível uma secagem mais rápida dos materiais a fim de evitar o congelamento da água nos poros dos mesmos (Torreense, 2010a).

A água ao congelar nos poros do material promove um aumento do volume, que conseqüentemente poderá provocar a rotura da massa do corpo cerâmico, originando as fissuras visíveis na Figura 74.

No que concerne à presença muita acentuada de vegetação parasitária de várias espécies e acumulação de detritos (Figura 75), as causas mais prováveis para esta patologia são a falta de manutenção da cobertura, bem como a má execução das operações corretivas levadas a cabo.

Estas anomalias estão muito associadas à presença de vida animal nas zonas urbanas, nomeadamente de avifauna.

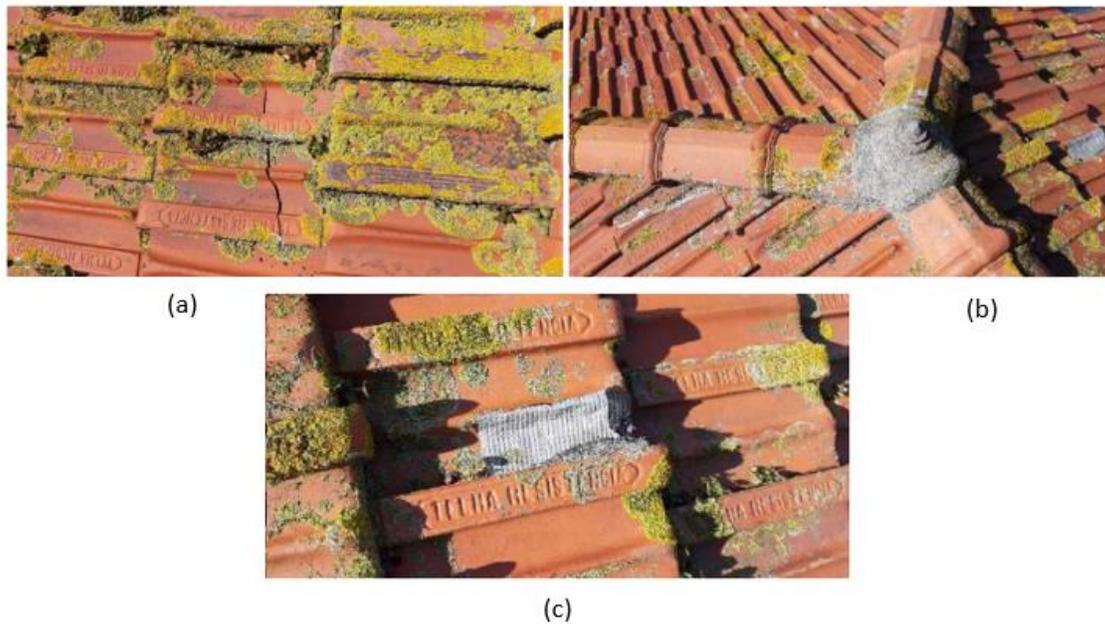


Figura 74 - Patologias no revestimento da cobertura - (a) Fissuração e presença de musgo; (b) Remate na interseção de cumeeiras mal executado e elementos metálicos oxidados; (c) Remendo em telha partida mal executado

Como é sabido diversas espécies de aves têm por hábito repousar e até mesmo nidificar nas coberturas dos edifícios, nomeadamente nas zonas entre a primeira fiada de revestimento (mais comum em revestimentos com telhas cerâmicas) e as caleiras.

A acumulação de detritos proveniente da vida animal pode surgir através das fezes deixadas pelos mesmos, de cadáveres e até por restos de ninhos construídos por estes.

O acumular destas matérias orgânicas conduzirá à obstrução parcial ou total dos elementos de escoamento de águas pluviais e de ventilação presentes nas coberturas, como as caleiras, as embocaduras de tubos de queda e pontos de ventilação.

Tal acontecimento prejudicará por isso o correto escoamento das águas pluviais levando a uma maior probabilidade de entupimentos da rede de drenagem e conseqüentemente à formação de zonas com acumulação excessiva de água, que poderá por sua vez propiciar infiltrações e condensações para o interior do edifício.

A presença de fezes de animais nas coberturas pode ainda estar na origem de muitas outras patologias, já que estas ao apresentarem uma componente ácida na sua composição promovem a corrosão dos elementos de revestimento e de fixação da cobertura e ainda levam a um aumento da porosidade dos mesmos, pondo em causa a durabilidade dos materiais que os compõem.

Por sua vez a aglomeração de sujidade e detritos promove ainda o crescimento e desenvolvimento de microrganismos que propicia a formação de vegetação parasitária que prejudicará também o correto funcionamento do sistema de drenagem de águas pluviais da cobertura.



Figura 75 - Patologias no revestimento da cobertura - (a) Presença acentuada de vegetação parasitária; (b) Acumulação de sujidade e telhas partidas

Um outro fator que certamente propiciou o aparecimento e o desenvolvimento das patologias atrás referidas é a inexistência de isolamento térmico na cobertura, levando a uma maior ocorrência de condensações e ao aparecimento de humidades que acabam por agravar estes fenómenos.

Acedendo ao desvão da cobertura pelo interior do edifício confirmou-se então a referida ausência de qualquer tipo de isolamento térmico (Figura 76), o que era uma situação normal na década de 70, visto que não haviam os cuidados térmicos e regulamentares que existem aos dias de hoje.



Figura 76 - Ausência de isolamento térmico no desvão da cobertura

Como é sabido a ocorrência de condensações ao nível da cobertura constitui um leque de consequências nefastas para o edifício, promovendo o aparecimento de manchas, a retenção de poeiras e ainda o desenvolvimento de fungos e bolores, tal como de vegetação parasitária, caso se verifiquem alguns fatores biológicos adicionais (Marinho, 2014).

Contudo as anomalias que advêm da ocorrência das condensações podem ainda propiciar a degradação dos elementos constituintes da cobertura, de tal modo, que podem colocar em causa a estabilidade da mesma e a segurança das pessoas.

Tal sucede devido à humedificação dos materiais gerada pela condensação, que leva à degradação dos mesmos com o passar do tempo, levando à redução da sua durabilidade e em situações limite ao desabamento parcial ou total da estrutura de suporte da cobertura, dado que nenhum material é eterno, principalmente quando exposto a condições adversas.

O aparecimento de condensações nas coberturas dos edifícios está muito associada a erros de conceção, quer ao nível do projeto, quer posteriormente ao nível da implementação em obra da solução construtiva adotada.

Constituem exemplos disso, a deficiente ou inexistente ventilação da cobertura, a má colocação do isolamento térmico ou até a inexistência do mesmo e ainda a não formação de uma barreira de vapor ou a incorporação de uma que apresenta descontinuidades ao longo do seu desenvolvimento (V. Silva, 2016).

Uma possível proposta de resolução para este conjunto de patologias passa pelo seguinte procedimento:

- Remoção de todos os elementos metálicos desnecessários, corroídos ou inutilizáveis, como todos os outros tipos de elementos estranhos à cobertura;
- Lavagem da cobertura a jato de água com aplicação de agente de limpeza desengordurante, desincrustante e anti vegetação para remoção de todas as impurezas e poeiras;
- Remoção das telhas para futura recolocação, bem como do ripado em argamassa;
- Fornecimento e colocação de isolamento térmico em poliestireno extrudido;
- Fornecimento e colocação de subtelha em toda a cobertura, com execução de ripado em PVC para garantir um adequado travamento das telhas;
- Fornecimento e aplicação de bandas de impermeabilização para assegurar a impermeabilidade nos rincões, cumeeiras, arestas, chaminé e couretes;
- Recolocação das telhas removidas substituindo por novas aquelas que se encontrem em mau estado de conservação (fissuras, rachas, partes omissas);
- Fornecimento e aplicação de hidrofugante em toda a cobertura sobre as telhas cerâmicas.

7.3.2 Deterioração dos rufos e caleiros da cobertura

Os rufos da cobertura evidenciam claros sinais de deterioração por oxidação, nomeadamente junto à base das chaminés, platibandas e no contorno da parede da caixa de escadas.

Através do registo fotográfico presente na Figura 77, é possível constatar o elevado grau de degradação e mau estado de conservação dos rufos da cobertura, devendo-se tal facto à exposição ambiental contínua ao longo dos anos, bem como à falta de trabalhos de manutenção e reparação periódicos.



Figura 77 - Deterioração dos rufos da cobertura - (a) Na envolvente de uma chaminé; (b) Na envolvente da parede da caixa de escadas

No que concerne aos caleiros de drenagem, estes são impermeabilizados com telas asfálticas, contudo estas encontram-se igualmente degradadas apresentando várias fissuras (Figura 78), sendo algumas de dimensões bastante consideráveis, acabando por permitir a infiltração de água pela cobertura.

Mais uma vez as principais causas que convergem para a verificação desta patologia são a exposição ambiental que naturalmente degrada os materiais, bem como a falta de trabalhos de manutenção e reparação periódicos.



Figura 78 - Degradação da impermeabilização dos caleiros

Uma possível proposta de resolução para estas patologias passa pelo seguinte procedimento:

- Remoção das telas asfálticas de impermeabilização do caleiro, da parte interior e topo da platibanda e do muro de apoio da cobertura inclinada;
- Fornecimento e colocação de novos rufos e caleiros, mantendo as dimensões existentes, em zinco puro com 8mm;
- As chapas a colocar deverão ser soldadas entre si, sendo que todas as zonas a soldar deverão ser previamente limpas com um decapante que obedeça às normas em vigor;
- Para a soldadura das chapas é recomendada a solda Zn 60/40 (60% de chumbo e 40% de estanho) regulamentada pela Norma DIN 1707;
- A sobreposição das zonas a soldar deve ser de 10mm para superfícies horizontais e 5mm para superfícies verticais, sendo que em ambos os casos a espessura da junta de solda deve ser de 0.5mm;
- Fornecimento e colocação de solução de selagem de juntas de caleiras através da sobreposição de adesivos próprios para o efeito.

7.3.3 Fissuração e degradação das chaminés e couretes

As chaminés e couretes existentes na cobertura são constituídas por alvenaria de tijolo e revestidas com pastilha cerâmica, sendo que o topo das mesmas é em lajetas de betão armado ligadas estruturalmente nos vértices.

Através da Figura 79 é possível verificar a degradação dos materiais destes elementos, através da presença de verdete e alteração da cor, o que se deverá à exposição ambiental e à falta ou inexistência de operações de manutenção e limpeza.



Figura 79 - Degradação dos materiais e acumulação de verdete e sujidade

Por outro lado são ainda visíveis fissuras sem direção predominante no topo destes elementos, bem como no revestimento em pastilha cerâmica (Figura 80).

A ocorrência desta patologia estará ligada ao efeito das ações atuantes e térmicas sobre a estrutura do edifício e materiais da envolvente e ainda das deformações estruturais sofridas pela mesma ao longo do tempo.



Figura 80 - Presença de fissuras e destacamento do revestimento cerâmico

Uma possível proposta de resolução para estas patologias passa pelo seguinte procedimento:

- Remoção dos rufos existentes na base das chaminés e couretes;
- Remoção do material cerâmico (pastilha);
- Tratamento das fissuras por abertura em “V” e picagem, efetuando o tratamento pontual através de fixação mecânica e fecho com um mástique sintético;
- Fornecimento e colocação de novos cobre-águas com gola de altura suficiente, em alumínio lacado branco (idêntico ao utilizado nos caieiros). Estes elementos deverão ser devidamente fixados com parafusos de aço inoxidável e adesivo de contacto (cola e veda);
- Fornecimento e aplicação de reboco delgado armado com rede de fibra de vidro entre as duas camadas dadas;
- Fornecimento e aplicação de um primário adequado e acabamento colorido semelhante à pastilha existente, dando as demãos necessárias;
- Remoção dos tampos em betão das chaminés e couretes;
- Fornecimento e colocação de tampos em zinco puro (Figura 81) com alhetas anti chuva e proteção interior em rede para evitar a entrada de aves.

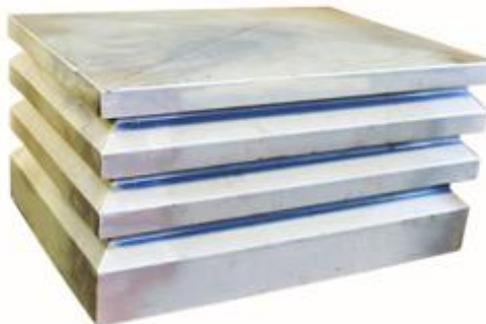


Figura 81 - Tampo em zinco puro (reproduzido de (Dobra - corte e quinagem de chapa, n.d.))

7.3.4 Destacamento do revestimento e deterioração da cobertura da caixa de escadas

As paredes da caixa de escadas de acesso à cobertura do edifício são de alvenaria simples e revestidas com pastilha cerâmica.

Uma das anomalias observáveis é o destacamento do revestimento cerâmico e a ausência de material de colagem entre as juntas do mesmo. Sendo ainda visíveis as manchas de ferrugem oriundas dos elementos metálicos fixados à caixa de escadas, como se pode verificar pela Figura 82.



Figura 82 - Destacamento do revestimento cerâmico e oxidação dos elementos metálicos de fixação na caixa de escadas

As causas associadas a estas anomalias são a exposição ambiental dos materiais, a falta de manutenção não havendo recolocação das pastilhas cerâmicas que foram caindo e ainda erros de execução durante a obra, onde o revestimento foi mal colocado.

Ainda na caixa de escadas é perceptível a deterioração da sua cobertura, sendo esta composta por uma laje estrutural de betão armado, sobre a qual foi aplicada uma tela e um acabamento final em argamassa.



Figura 83 - Presença de musgo e degradação da superfície de betão

Para além da acumulação de musgo e verdete (Figura 83), visualizam-se algumas fissuras no betão armado (Figura 84), derivando estes fenómenos da exposição ambiental, das ações térmicas provocadas sobre a estrutura do edifício e materiais da sua envolvente e ainda pelas cargas atuantes sobre o edifício que conduzem a deformações estruturais a longo prazo.



Figura 84 - Presença de fissuração nos bordos da laje de topo da caixa de escadas

Uma possível proposta de resolução para este conjunto de patologias passa pelo seguinte procedimento:

- Lavagem a jato de água de alta pressão com aplicação de agente de limpeza desengordurante e desincrustante e remoção de carbonatação;
- Remoção do reboco que se encontre solto, bem como do revestimento cerâmico solto ou oco;
- No caso de haver armadura à vista, deve efetuar-se o recobrimento da mesma através da aplicação de uma argamassa cimentícia anticorrosiva;
- Fornecimento e aplicação de uma argamassa, para enchimento e barramento do elemento estrutural, com o intuito de conferir proteção anticorrosiva às armaduras e como promotor de aderência no sistema de argamassas para reparação do betão;
- Fornecimento e colocação de perfil de alumínio de pingadeira no bordo exterior com fixações adequadas e uma inclinação ajustada;
- Fornecimento e aplicação de telas elastómeras (impermeabilização), em sistema de bicamada, até ao bordo exterior da pingadeira;
- Tratamento das fissuras por abertura em “V” e picagem, efetuando o tratamento pontual através de fixação mecânica e fecho com um mástique sintético;
- Fornecimento e aplicação de reboco delgado armado com colocação de rede fibra de vidro entre as duas camadas;
- Fornecimento e aplicação de um primário adequado e acabamento colorido semelhante à pastilha existente, dando as demãos necessárias.

7.4 Levantamento das patologias existentes nas paredes de fachada e proposta de solução corretiva

As paredes exteriores do edifício evidenciam bastantes patologias, facilmente identificáveis através de uma inspeção visual.

Uma das patologias bem presente é a oxidação das armaduras estruturais dos pilares e vigas, nomeadamente junto às esquinas do edifício, como é possível verificar pelo seguinte levantamento fotográfico da Figura 85.



Figura 85 - Destacamento do revestimento cerâmico e oxidação das armaduras de pilar

Para esta patologia concorrem alguns fatores, sendo o principal a exposição ambiental das armaduras estruturais, uma vez que em muitas zonas já não existe o revestimento em pastilha cerâmica, expondo facilmente estes elementos a um meio agressivo. Por outro lado pode ainda justificar-se a oxidação com erros cometidas durante a fase de obra, onde o recobrimento das armaduras terá sido mal efetuado ou incorretamente definido em projeto.

Como já referido, outra patologia bastante presente, encontra-se relacionada com o destacamento e fissuração do revestimento cerâmico (Figura 86), algo que acontece de forma generalizada na fachada do edifício em estudo.

O destacamento de ladrilhos cerâmicos em paredes de fachadas representa uma das patologias com consequências mais graves no que toca a esta solução de revestimento, uma vez que tal fenómeno expõe os restantes materiais que constituem o elemento construtivo às ações atmosféricas e agentes erosivos de forma mais direta, colocando deste modo em causa os requisitos funcionais exigidos.

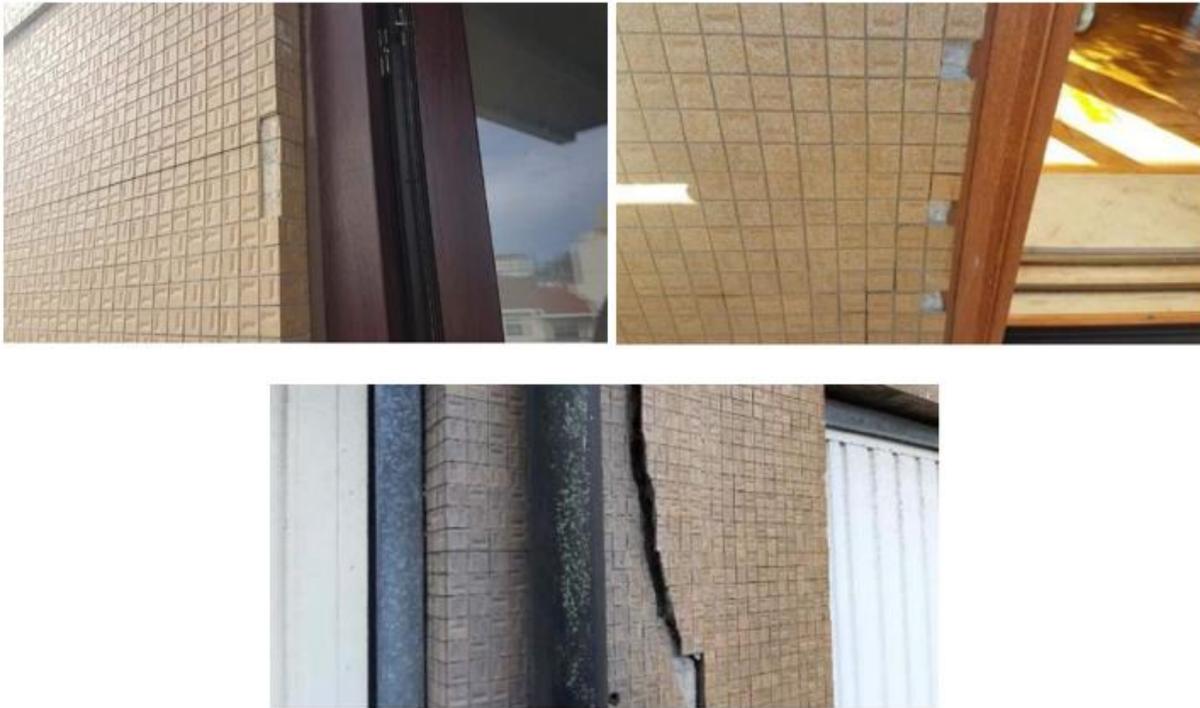


Figura 86 - Destacamento do revestimento cerâmico em vários pontos do edifício

Contudo uma das repercussões mais gravosas associada ao descolamento de ladrilhos cerâmicos está relacionada com o perigo latente da sua queda poder provocar danos materiais, mas acima de tudo humanos, sendo que tal situação pode ser agravada no caso de edifícios altos, como por norma é o caso dos edifícios multifamiliares.

As principais causas associadas a esta patologia são a má colocação em obra, a falta de qualidade do material de colagem, expansibilidade elevada dos ladrilhos sendo necessário conforme as condições meteorológicas de cada região escolher o modelo com base no seu coeficiente de expansibilidade, incompatibilidade do material cerâmico com o material da camada sob a qual é aplicado e a existência de zonas com concentração de tensões que conduzam há aberturas de pequenas fissuras ou fendas no revestimento, propiciando a entrada de água que é nefasta para as colas ou argamassas que suportam o revestimento (Fontenelle & Moura, 2004).

A fissuração é também bastante frequente em ladrilhos cerâmicos utilizados para o revestimento de paredes de fachada e está relacionado com a formação de tensões, demonstrando-se tal patologia na Figura 87.



Figura 87 - Fissuração dos revestimentos cerâmicos e das juntas de preenchimento

Tal é evidenciado quando se geram tensões de aderência altas e o material cerâmico revela um módulo de elasticidade igualmente elevado. De facto este aspeto é o que diferencia a possibilidade de ocorrer posteriormente o descolamento dos ladrilhos ou não. Neste cenário caso se manifestassem tensões muito reduzidos, tal provocaria o descolamento do revestimento e a sua queda da fachada, o facto de a tensão gerada ser elevada apenas propicia a abertura de fissuras ao longo de toda a espessura do revestimento cerâmico (A. R. R. Silva, 2010).

Por esta razão esta patologia resulta normalmente em deficiências estéticas ao nível do revestimento pelo aparecimento de fissuras, no entanto deve ser tratada, quer seja pela selagem destas fissuras ou pela substituição dos ladrilhos, caso contrário, abre-se um caminho para a entrada de água e outros agentes erosivos pelo interior do revestimento, podendo chegar à camada de suporte e causar danos que se propaguem pelo interior da parede.

Outras possíveis causas desta patologia são o choque de algum objeto com os ladrilhos cerâmicos, a rotura por flexão que ocorre usualmente em ladrilhos mal assentes e a expansão da cola ou argamassa utilizada na colagem dos ladrilhos (Chaves, 2009).

Por último a degradação das juntas do revestimento (pastilhas cerâmicas) dá-se quando o material de preenchimento utilizado perde a sua estanquidade e permite o acesso de agentes erosivos através de pequenas fissuras que se geram na sua superfície.

Uma forma de retardar a degradação e envelhecimento das juntas e consequentemente aumentar a sua durabilidade, é desde a fase de obra, garantir que o assentamento do revestimento cerâmico é efetuado

através de juntas com largura suficiente, com o intuito de se acomodarem de forma adequada as movimentações próprias dos revestimentos e da argamassa de assentamento, como refere Chaves (2009).

As principais causas para a origem desta patologia estão diretamente relacionadas com a aplicação dos revestimentos cerâmicos em obra, procedimentos incorretos de limpeza aquando da aplicação do material, mas também pela escolha inadequada do mesmo e a incorreta definição da largura que as juntas devem possuir.

Outro fator importante são os ataques agressivos por parte dos agentes ambientais, como a água e eventuais sais transportados na mesma e ainda os movimentos diferenciais. Ambos podem comprometer a integridade e durabilidade das juntas, contribuindo para a formação de pequenas fissuras que em certos casos podem promover a queda dos revestimentos cerâmicos (descolamento) ou inclusive a fomentação de eflorescências (Rhod, 2011).

Esta patologia deve ser, portanto, sempre levada em conta, principalmente quando se denotem sintomas da presença da mesma, devendo ser tratada de forma célere, visto que pode conduzir ao desenvolvimento de outras anomalias.

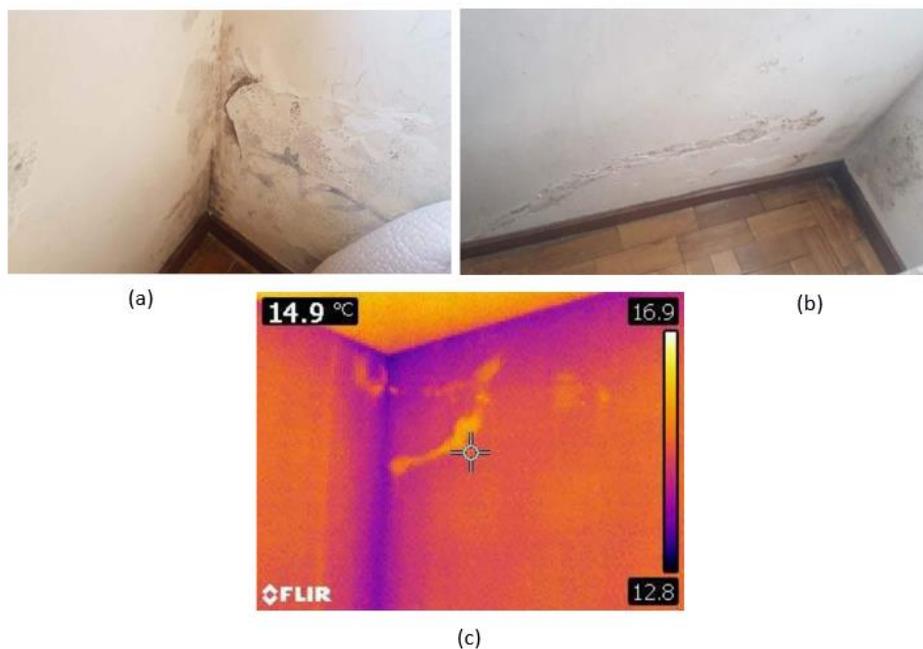


Figura 88 - Sinais de infiltrações - (a) Em sala orientada a Sul; (b) Em quarto orientado a Norte; (c) Levantamento termográfico junto ao teto de uma fração

Como já referido, a ausência de revestimento nas paredes de fachada permite a entrada de água pelo sistema construtivo. Tal é visível através das infiltrações verificadas um pouco por todas as frações do edifício e facilmente identificáveis pela presença de manchas de humidade e pelo descasque da tinta, como demonstra a leitura termográfica e restantes fotografias presentes na Figura 88.

São também visíveis alguns erros cometidos durante a obra ao nível da interpretação do projeto, como se verifica na Figura 89, onde se efetuou um furo na fachada para passagem de tubagens de ar condicionado no local errado.



Figura 89 - Furo para passagem de tubagens desprotegido e sem conformidade com projeto

Em certas zonas da fachada observa-se ainda que os elementos metálicos aí presentes se encontram todos corroidos (Figura 90) sendo necessária a sua substituição, visto que o estado de degradação é bastante elevado, tornando-os irrecuperáveis. A falta de manutenção dos mesmos e a não substituição destes em tempo útil contribui para esta evidência, dado que qualquer material principalmente quando exposto ao meio ambiente necessita de maior vigilância.



Figura 90 - Oxidação e corrosão de vários elementos metálicos fixados à fachada

Ao nível das paredes de fachada denota-se uma elevada deterioração dos órgãos de drenagem de água pluviais, como os tubos de queda e as suas ligações e peças acessórias.

Os tubos de queda originais são em PVC com sistemas de fixação metálicos, onde se verificam de forma mais notória sinais de corrosão (Figura 91).

Para além disso é perceptível a má vedação nas zonas de encaixe entre troços de tubos de queda diferentes, permitindo que a água escorra pela fachada (Figura 91).

As referidas anomalias provêm da exposição ambiental e da natural degradação dos materiais e ainda de erros de projeto na definição dos acessórios e diâmetro das tubagens, bem como erros de execução em obra, que caso não acontecessem, poderiam evitar a falta de impermeabilização das tubagens.



Figura 91 - (a) Tubo de queda desencaixado; (b) Tubagem de gás oxidada e degradada; (c) Tubo de queda com acessórios degradados e inadequados

Deste modo é essencial realizar uma operação de reabilitação geral à fachada do edifício, com o intuito de solucionar todas as patologias verificadas.

Para o efeito, uma possível proposta de resolução para este conjunto de patologias passa pelo seguinte procedimento:

- Remoção completa da rede de águas pluviais (tubos de queda e os seus acessórios);
- Remoção de todos os elementos metálicos, corroídos ou não, que se encontram fixados na fachada;
- Remoção do material de preenchimento das juntas de dilatação e do revestimento cerâmico que não apresenta aderência ao suporte;
- Fornecimento de detergente tixotrópico, aplicando-o com pincel sobre as paredes grafitadas, deixando agir durante 10 minutos;
- Lavagem a jato de água de alta pressão com aplicação de agente de limpeza desengordurante e desincrustante;

- Com a fachada limpa verificar se existem materiais que apresentem fissuras. Caso isso se verifique efetuar a abertura em “V” ao longo das fissuras, picagem, remoção de restos de material e posteriormente fixação mecânica com fecho de mástique sintético;
- Nas zonas onde a armadura dos elementos estruturais já se encontrava exposta e altamente danificada, não garantindo a resistência exigida, esta deverá ser totalmente removida e substituída por armadura nova;
- Para as armaduras que não se encontrem em mau estado ao ponto de terem de ser substituídas, deve efetuar-se a sua limpeza com escova de aço e aplicar uma argamassa para reabilitação de betão, que permitirá executar o restauro do elemento estrutural;
- Fornecimento e colocação de novo revestimento cerâmico com argamassa de colagem compatível;
- Fornecimento e aplicação de uma argamassa cimentícia para o preenchimento das juntas do material cerâmico, com a cor desejada;
- Tratamento das fachadas com juntas de esquadramento horizontais e verticais;
- Fornecimento e aplicação de silicone para o preenchimento total da junta;
- Fornecimento e aplicação de um impermeabilizante incolor para fachadas, não cobrindo as juntas de esquadramento;
- Fornecimento e colocação de tubos de queda em PVC, bem como os acessórios necessários para a sua correta fixação e desempenho.

7.5 Levantamento das patologias existentes nas caixilharias e sua envolvente e proposta de solução corretiva

As caixilharias originais do edifício eram todas em madeira com vidro simples, no entanto passados alguns anos muitas já apresentavam um elevado grau de degradação devido a uma má escolha e proteção das madeiras escolhidas.

Deste modo foi levada a cabo uma operação de substituição geral de todas as caixilharias, passando estas a ser de alumínio lacado, com sistema de correr, sem rotura térmica e com vidro simples.

Contudo as novas caixilharias foram colocadas junto à fachada, levando a uma duplicação do sistema que acabou por contribuir para um agravamento das patologias já observadas, nomeadamente devido à má colocação e impermeabilização destas.

Uma das patologias presentes nas caixilharias é a fissuração manifestada nas soleiras (Figura 93) e a ausência de pendente de escoamento (Figura 92).



Figura 92 - Ausência de pendente de escoamento em soleira de janela

As soleiras são em pedra mármore e foram coladas ao suporte, devendo-se a ocorrência das fissurações a impactos sobre o material, ao efeito das ações atuantes e térmicas sobre a estrutura do edifício e dos seus materiais e às deformações estruturais a longo prazo sofridas.



Figura 93 - Fissuração em soleira de janela com acesso para varanda

A presença de fissuras e ausência de pendente para o escoamento das águas dos elementos que compõem os envidraçados, contribuiu para a ocorrência de infiltrações, perceptíveis através do destacamento da tinta e aparecimento de manchas nas paredes interiores na envolvente dos vãos envidraçados (Figura 94).



Figura 94 - Sinais de infiltrações na envolvente de vãos envidraçados

Outro fator que contribuiu para a ocorrência de infiltrações pela caixilharia foi a má execução dos trabalhos de substituição das mesmas, quer pela duplicação do sistema que permitiu a existência de folgas junto à parede e ainda a má vedação dos elementos, ou inclusive em alguns casos a inexistência total de vedação como impermeabilização.

A existência de infiltrações pôde também ser confirmada, com recurso a uma inspeção termográfica, como se constata pela Figura 95, onde se denota bem a presença de água na parede junto ao bordo inferior da caixilharia.

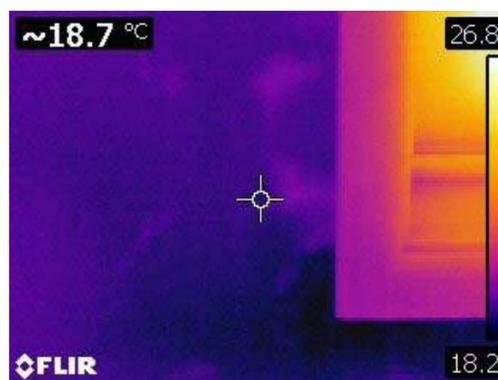


Figura 95 - Infiltração visível em levantamento termográfico junto a caixilharia

Através de uma inspeção visual no local foi também possível averiguar a ausência de isolamento térmico nas caixas de estores, o que conduz a uma maior incidência de condensações e humidades junto às caixilharias.

Uma possível proposta de resolução para este conjunto de patologias passa pelo seguinte procedimento:

- Remoção da calha do estore e da caixilharia existente;
- Aplicação de membrana impermeabilizante líquida na base do aro, peitoril e ombreiras;
- Remoção da soleira existente e aplicação de membrana impermeabilizante na base desta;
- Fornecimento e colocação de novas soleiras em pedra de granito com frisos de escoamento e batentes virados para o interior, mantendo as espessuras das soleiras originais;
- Recolocação da caixilharia;
- Fornecimento e colocação de isolamento térmico na caixa de estores do tipo Flexoterm (Figura 96), por exemplo, com espessura de 25mm (ou 13mm na impossibilidade de colocar o isolamento com 25mm).

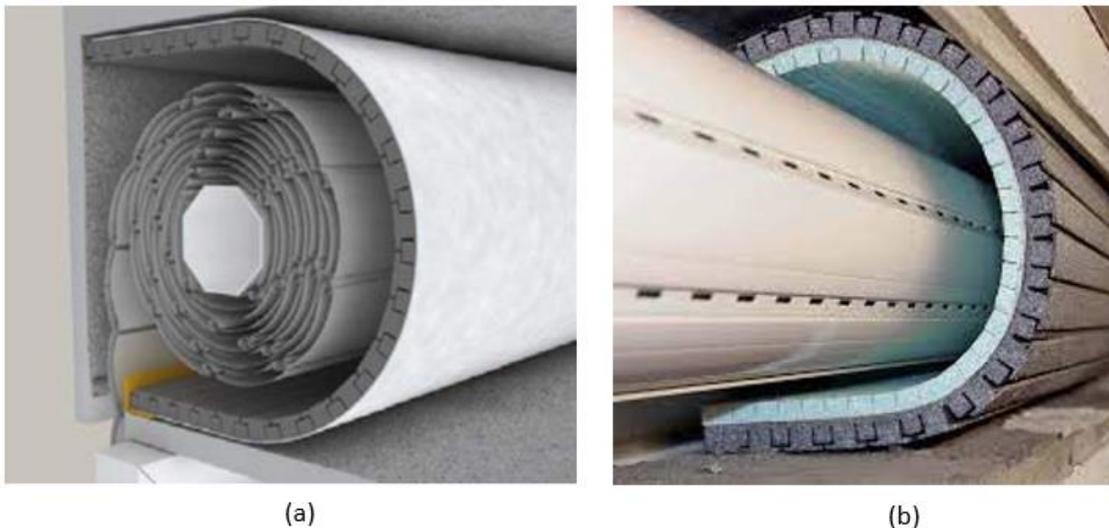


Figura 96 - Isolamento do tipo Termoflex para caixa de estores - (a) Representação esquemática; (b) Colocação em obra (reproduzidas de (represtor, n.d.))

7.6 Levantamento das patologias existentes nas varandas e propostas de soluções corretivas

Por último serão ainda apresentadas as principais patologias verificadas nas varandas, dado que quase todas as frações são compostas por este elemento e pelo facto de este pertencer à envolvente exterior do edifício, como a cobertura, caixilharias e paredes de fachada.

Primeiramente refere-se que todas as varandas do edifício apresentam de forma generalizada todas as patologias a seguir referidas, pelo que os trabalhos de reabilitação deverão ser realizados em todas estes elementos construtivos.

Relativamente ao gradeamento das várias varandas, este é composto por elementos tubulares metálicos galvanizados e pintados com esmalte de exterior, sendo as guardas em madeira.

Como se constata pela Figura 97, as guardas apresentam a madeira bastante degradada, com sinais de podridão, ausência de coloração e presença de fissuração, verificando-se ainda a oxidação do gradeamento metálico.



Figura 97 - Patologias nas guardas das varandas - (a) Madeira degradada e ausência de parte do material de revestimento; (b) Oxidação do gradeamento metálico

As causas associadas ao aparecimento destas patologias são a exposição ambiental, que naturalmente leva à degradação dos materiais e ainda a falta de trabalhos de manutenção, com o intuito de renovar a impermeabilização das madeiras dando uma nova demão de tinta para uma maior proteção aos agentes agressivos.

Já o considerável nível de oxidação de todos os elementos metálicos deve-se principalmente ao facto de o edifício em estudo se encontrar bastante próximo do mar, o que com os cloretos daí provenientes conduz a uma degradação mais acelerada deste tipo de materiais.

Outros componentes construtivos que fazem parte das varandas são os muretes, os quais são revestidos na face exterior com material cerâmico (pastilha) colado diretamente ao suporte e na face interior estes elementos são rebocados e encontram-se pintados.



Figura 98 - Patologias nos muretes das varandas - (a) Destacamento do revestimento cerâmico; (b) Descasque da pintura aplicada sobre o reboco

Neste caso denota-se o destacamento do revestimento cerâmico exterior (pastilha) bem como do descasque do revestimento interior em tinta (Figura 98), o que se deve igualmente à exposição ambiental, mas também ao efeito das ações atuantes sobre a estrutura e às ações térmicas sentidas através da contração e dilatação dos materiais.

As ações atuantes sobre a estrutura, as deformações geradas ao longo do tempo e a queda de objetos nas varandas levaram ainda à fissuração do piso das varandas, como se observa na Figura 99.



Figura 99 - Fissuração ao nível do pavimento de uma das varandas

Uma possível proposta para a reabilitação do piso das varandas passa pelo seguinte procedimento:

- Fornecimento e aplicação de sistema de impermeabilização;
- Fornecimento e aplicação de primário universal sobre o piso da varanda;
- Fornecimento e aplicação de duas camadas de tela líquida para impermeabilização, com camada de geotêxtil incorporada entre estas, em toda a área da varanda;
- Fornecimento e aplicação da demão final de nova tela líquida, após secagem das restantes e posterior passagem de rolo de picos para libertar eventuais inclusões de ar;
- Fornecimento e aplicação de flocos de decoração de cor preta, imitando o piso existente, com aplicação de selagem.

Para o tratamento dos muros de proteção ou muretes, pode optar-se pela seguinte solução de reabilitação:

- Remoção do reboco solto e do revestimento cerâmico (pastilha);
- Após a remoção dos revestimentos, observar o estado de conservação das armaduras dos elementos estruturais;
- Caso estas se encontrem em mau estado de conservação, proceder à sua limpeza com uma escova de aço. Posteriormente efetuar a aplicação de uma argamassa cimentícia anticorrosiva para o recobrimento das armaduras e de seguida aplicar uma argamassa própria para reabilitação de betão, para o enchimento e barramento do elemento estrutural;
- Fornecimento e colocação de novo revestimento cerâmico (pastilha) com argamassa de colagem;
- Aplicação de uma argamassa cimentícia, para preenchimento das juntas do material cerâmico, com cor conforme desejado;
- Fornecimento e aplicação de um impermeabilizante incolor para fachadas;
- Fornecimento e aplicação de tinta plástica para exterior com a cor desejada.

8. CONCLUSÃO

Com a crescente ocupação dos solos, especialmente nos grandes centros urbanos, denota-se um decaimento da construção nova, em particular no que se refere a edifícios habitacionais.

Com efeito a construção nova tende a recair, ao longo dos últimos anos, sobre a implementação de edifícios multifamiliares (construção em altura), dado que desta forma é possível gerar uma maior oferta de alojamentos.

Dado o elevado número de edifícios multifamiliares existentes nos grandes centros urbanos em Portugal, com o passar dos anos, muitos necessitam aos dias de hoje de trabalhos de reabilitação com o intuito de preservar os vários elementos construtivos que os integram, sob pena de não assegurarem os requisitos funcionais impostos e deixarem de ser seguros para os seus ocupantes.

Neste contexto torna-se necessário um correto diagnóstico e correspondente avaliação das causas inerentes às manifestações patológicas evidenciadas, com o objetivo de chegar a soluções de reabilitação adequadas e que realmente permitam resolver e prevenir a reincidência das mesmas.

O desenvolvimento da presente dissertação possibilitou conhecer de forma mais rigorosa as principais patologias observadas em edifícios multifamiliares, bem como as soluções construtivas mais adotadas no contexto nacional, e em particular na Região do Vale do Ave para a envolvente exterior, representada pela cobertura, paredes de fachada e caixilharias.

De igual modo viabilizou um conhecimento mais aprofundado das causas por detrás do aparecimento e/ou desenvolvimento das patologias e das possíveis medidas para a eliminação ou prevenção destas.

Um dos aspetos mais relevantes foi a perceção de que muitas das patologias que ocorrem em edifícios multifamiliares poderiam ser facilmente evitadas, designadamente o desenvolvimento de vegetação parasitária e acumulação de detritos e a degradação dos vários materiais que compõem as tipologias abordadas, caso fossem levadas a cabo as manutenções e inspeções periódicas recomendadas ao longo da vida útil dos edifícios.

Para que tal não se verificasse, com tanta frequência, uma solução pertinente poderia passar por fornecer-se aos ocupantes das várias frações de um dado edifício multifamiliar algum documento, como por exemplo, um Manual de Utilização do Imóvel, onde constassem certas orientações e informações de como a correta manutenção evita o aparecimento de patologias e a degradação do edifício, devendo contudo ajudar a identificar os sinais mais relevantes ligados às patologias mais comuns, para que dessa forma fossem detetadas mais cedo, evitando-se assim danos graves aos elementos construtivos.

A integração de um caso de estudo relativo a um edifício multifamiliar em Vila do Conde, permitiu conceder ao desenvolvimento do documento um lado mais prático, que foi igualmente muito útil para consolidar a identificação de patologias e perceber as causas que poderiam estar na sua origem, bem como os procedimentos a adotar para executar uma correta reabilitação das mesmas.

A designação das soluções construtivas usualmente adotadas em edifícios multifamiliares, na Região do Vale do Ave, foi conseguida através, não só de consulta bibliográfica, mas também de visitas a obras, quer de construção nova, quer de reabilitação e a habitações multifamiliares, pertencentes à área alvo de estudo, nomeadamente localizadas nos municípios de Vila do Conde, Póvoa de Varzim e Trofa, o que permitiu enriquecer o trabalho desenvolvido.

Para os vários elementos construtivos alvo de estudo, as principais manifestações patológicas e as causas que normalmente se encontram associadas à sua ocorrência, foram enunciados tendo por base uma pesquisa extensiva e através da inspeção visual de vários edifícios multifamiliares, bem como da consulta de alguns fabricantes e empresas de construção.

Posteriormente foram analisadas possíveis soluções de correção e um conjunto de medidas preventivas, como também a inclusão da periodicidade com que devem ser efetuados certas operações de manutenção e inspeção, algo que foi efetuado de forma semelhante à anteriormente enunciada.

Deste modo o desenvolvimento da presente dissertação atingiu os objetivos inicialmente traçados, abordando a temática da reabilitação de edifícios multifamiliares, no que concerne à sua envolvente exterior. Algo que foi alcançado pelo estudo de vários dados estatísticos que permitiram conhecer a realidade da construção e seu estado de conservação em Portugal e fundamentar a importância do setor da reabilitação na construção, com o intuito de manter os edifícios multifamiliares em boas condições de conservação.

9. TRABALHOS FUTUROS

Desenvolvimentos futuros nesta linha de pesquisa podem incluir um olhar atento para os novos dados estatísticos, que foram recolhidos no último Recenseamento Geral da Habitação, em 2021.

O estudo de novas soluções construtivas ao nível dos elementos que compõem um edifício, bem como de novos materiais a empregar, dado que a cada passo surgem novas tecnologias e materiais que permitem melhorar o desempenho funcional dos mesmos, contribuirá também para acrescer um maior valor ao trabalho já desenvolvido.

Será igualmente importante estudar a forma como se pode melhorar a qualidade dos projetos, nas suas várias especialidades, com uma maior coordenação entre elas e ainda um maior acompanhamento técnico durante a construção dos edifícios habitacionais. É cada vez mais importante que cada projeto seja único e pensado para uma determinada região, fazendo face às características intrínsecas dessa zona, nomeadamente no que concerne ao clima, exposição solar, tipo de solo e restante envolvente, podendo assim evitar erros durante a obra que podem desde logo, comprometer a qualidade construtiva e abrir espaço à incidência de um maior nível de patologias.

Uma escolha mais adequada dos materiais a utilizar, não descorando o aspeto estético, prático e funcional é altamente essencial, bem como suprir as necessidades e características definidas pelo dono de obra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 2M Resinas. (n.d.). *Borracha líquida impermeabilizante*. Retrieved October 19, 2021, from <https://www.2mresinas.com.br/produtos/resina-de-borracha/borracha-liquida-impermeabilizante-preco>
- ABAL. (2007). *Fundamentos e aplicação do alumínio*. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4638869/mod_resource/content/0/09_1fundamentos-Aluminio.pdf
- Abrantes, V., & Silva, J. M. da. (2007). *Patologia em paredes de alvenaria: causas e soluções*. http://www.hms.civil.uminho.pt/events/alvenaria_2007/065_084.pdf
- ACEPE. (2017). *Isolamento térmico em parede dupla*. <https://acepe.pt/isolamento-em-parede-dupla/>
- ADENE - Agência para a energia. (2017). *Isolamento de Coberturas*. <https://www.sce.pt/wp-content/uploads/2017/11/10see-02-isol-coberturas-1.pdf>
- Almeida, S. C. A. (2018). *AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA ESTRUTURAL DAS COBERTURAS DE MADEIRA DOS EDIFÍCIOS DO CENTRO HISTÓRICO DE LEIRIA* [Instituto Politécnico de Leiria]. [https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/3518/1/2ª versão - DISSERTAÇÃO - SANDRA ALMEIDA.pdf](https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/3518/1/2ª%20versão%20-%20DISSERTAÇÃO%20-%20SANDRA%20ALMEIDA.pdf)
- aluvieira. (2020). *Caixilharia*. <https://aluvieira.pt/caixilharia/>
- Amaro, B., Saraiva, D., Brito, J. de, & Flores-Colen, I. (2013). *Levantamento estatístico da patologia, diagnóstico e reparação de ETICS em paredes*. <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n47/Pag.43-66.pdf>
- Andrade, M. S. C. (2016). *Inspeção e caracterização de patologias em edifícios de habitação visando a sua reabilitação* [Universidade da Madeira]. <file:///C:/Users/Hp/Downloads/MestradoMicaelaAndrade.pdf>
- ANFAJE. (2019). *Guia exclusivo dos fabricantes de janelas eficientes*. <https://anfaje.pt/wp->

content/uploads/2020/05/GUIA_EXCLUSIVO_DAS_JANELAS_EFICIENTES_2019-2596.pdf

António, D. M. de O. (2011). *Reabilitação de revestimentos de impermeabilização de coberturas em terraço* [Instituto Superior Técnico de Lisboa].

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/mec/dissertacao/2353642367249>

apfac. (2015). *Tabela de Patologias e recomendações*. <https://www.apfac.pt/patologias-argamassas-etics/>

ArchiExpo. (n.d.). *Barreira anti-vapor*. Retrieved August 1, 2021, from <https://www.archiexpo.com/pt/prod/bwk-dachzubehoer/product-56988-1920350.html>

Área Limpa. (2021). *Renovação de caixilharia lacada em alumínio*. <https://arealimpa.com/servicos/renovacao-de-caixilharia-lacada-em-aluminio>

ASOVEN. (2009). *El mercado de la ventana - España*. [http://www.jumica.es/corps/jumica/data/resources/file/documentacion/El mercado de la ventana \(ASOVEN\).pdf](http://www.jumica.es/corps/jumica/data/resources/file/documentacion/El%20mercado%20de%20la%20ventana%20(ASOVEN).pdf)

Associação Portuguesa dos Fabricantes de Argamassas e ETICS. (2021). *Sistema ETICS: a solução de isolamento pelo exterior que promove a poupança energética*. <https://www.novoperfil.pt/Artigos/322132-Sistema-ETICS-a-solucao-de-isolamento-pelo-exterior-que-promove-a-poupanca-energetica.html>

Atex. (2018). *Patologias da cerâmica: principais problemas e soluções*. <https://www.atex.com.br/blog/materiais/patologias-ceramica-principais-problemas-solucoes/>

Atkore - Heritage Plastics. (2021). *The Effect Of Sunlight Exposure On PVC Pipe, Conduit, And Fittings*. <https://www.heritageplastics.com/technical-bulletins/effect-sunlight-exposure-pvc-pipe-conduit-fittings/>

Baião, V. das D. C. (2014). *Desempenho teórico e real de vigamentos de madeira* [Universidade Católica Portuguesa]. <https://repositorio.ucp.pt/handle/10400.14/16119>

Barbas, R. A. Á. de B. (2015). *Reabilitação de coberturas antigas* [Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra]. [https://eg.uc.pt/bitstream/10316/38574/1/Reabilitacao de coberturas antigas.pdf](https://eg.uc.pt/bitstream/10316/38574/1/Reabilitacao%20de%20coberturas%20antigas.pdf)

- Barbosa, L. C. F. (2010). *Controlo de qualidade em caixilharias de alumínio* [Universidade de Aveiro]. <https://ria.ua.pt/handle/10773/3859>
- Bastos, L. F. B. F. (2014). *Análise comparativa de sistemas de impermeabilização* [Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra]. [https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/38554/1/Analise comparativa de sistemas de impermeabilizacao.pdf](https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/38554/1/Analise%20comparativa%20de%20sistemas%20de%20impermeabilizacao.pdf)
- Batista, I. I. S. (2016). *Estratégias de reabilitação de vãos envidraçados* [Universidade de Aveiro]. <https://ria.ua.pt/handle/10773/17960>
- BATUCASUL. (n.d.). *Isolamento de telhados no Algarve*. Retrieved July 28, 2021, from <https://www.batucasul.pt/orcamentos/>
- Boto, M. G. (2014). *Plano de manutenção de fachadas em edifícios na zona costeira* [Universidade Fernando Pessoa]. <https://bdigital.ufp.pt/handle/10284/4188>
- Brito, J. de. (2004). *Diagnóstico, patologia e reabilitação de revestimentos de coberturas inclinadas*. https://www.researchgate.net/publication/282117425_Diagnostico_Patologia_e_Reabilitacao_de_Revestimentos_de_Coberturas_Inclinadas
- Brito, J. de. (2005). *Caixilharias* [Instituto Superior Técnico de Lisboa]. https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Brito-13/publication/281825937_Caixilharias/links/55f9bcf308aeafc8ac284c2a/Caixilharias.pdf
- Brito, J. de, & Paulo, P. (2001). *Classificação das coberturas inclinadas e respetivos revestimentos* [Instituto Superior Técnico de Lisboa]. https://www.researchgate.net/publication/282250913_Classificacao_das_coberturas_inclinadas_e_respectivos_revestimentos
- Brito, G. V., & Vieira, S. P. G. (2011). *Materiais de construção - alumínio*. https://ciamh.up.pt/arma/wp-content/uploads/2014/08/G39_-Aluminio.pdf
- Buildex.techinfus. (2021). *Poliestireno expandido: espumado e extrudado*. <https://buildex.techinfus.com/pt/uteplenie/penoplast-polistirolnyj.html>

- Camacho, J. P. (2018). *Custo do ciclo de vida das coberturas* [Instituto Superior de Engenharia do Porto]. <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/14302>
- CAPIO. (n.d.). *Telas asfálticas*. Retrieved July 30, 2021, from <http://www.capio.pt/produtos/ver/6>
- Características de las losas de concreto armado*. (2019). CODEPA - Pavimentación de Concreto y Acabados. <https://codepa.com.pe/caracteristicas-losas-de-concreto-armado/>
- Carvalho, P. A. R. de. (2008). *Avaliação técnica e económica de estruturas de cobertura de grande vão em madeira lamelada colada* [Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/60251>
- Carving Tools Guide. (2018). *How to Fill Cracks in Wood: Woodworking Tips*. <https://www.carvingtoolsguide.com/how-fill-cracks-wood/>
- CASANATURAL. (2019). *A tinta de madeira está a descascar? Passos para evitar esse problema*. <https://www.casa-natural.com/pt/tinta-madeira-descascar>
- Celis, V. E. de. (2017). *Caracterização mecânica de paredes de alvenaria de pedra* [Universidade Nova de Lisboa]. <https://run.unl.pt/handle/10362/30805>
- Chaves, A. M. V. A. (2009). *Patologia e reabilitação de revestimentos de fachadas* [Universidade do Minho]. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/10764>
- Ciriades, J.-P. (2018). *Spalling - Lascamento explosivo e progressivo do concreto em situações de incêndio em túneis*. <https://pt.linkedin.com/pulse/spalling-lascamento-explosivo-e-progressivo-do-em-de-ciriades>
- Cleanipedia. (2020). *Como limpar vidros: conheça 5 truques rápidos*. <https://www.cleanipedia.com/br/dentro-de-casa/como-limpar-vidros-5-truques-praticos.html>
- COCIL. (n.d.). *Janela Correr Alumislim S/Grade 2 Folhas Direita Branca 1,00x1,00x4,74*. Retrieved August 15, 2021, from <https://cocil.com.br/produto/janela-correr-alumislim-s-grade-2-folhas-direita-branca-100x100x474/>
- Coelho da Silva - coberturas cerâmicas*. (n.d.). Retrieved July 4, 2021, from <https://www.coelhodasilva.com/>

- Conceição, J. F. M. da. (2015). *Recuperação de edificado afeto ao Exército. Sistema de inspeção e diagnóstico de anomalias em coberturas em terraço* [Instituto Técnico Superior de Lisboa]. [https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/13527/1/03 Conceição - Dissertação.pdf](https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/13527/1/03%20Conceição%20-%20Dissertação.pdf)
- ConstruFacilRJ. (2013). *Cerâmica Soltando: Diagnóstico, Causas e Recuperação*. <https://construfacilrj.com.br/ceramica-soltando-como-consertar/>
- contemporist. (2017). *Window Style Ideas – Narrow Vertical Windows*. <https://www.contemporist.com/window-style-ideas-narrow-vertical-windows/>
- COOP Ribatejo. (2015). *Manual de Síntese de Práticas e Técnicas em Matéria de Reabilitação Urbana*. <http://www.portaldahabitacao.pt/opencms/export/sites/portal/pt/portal/publicacoes/documentos/Manual-Boas-Praticas-RU.pdf>
- Cox, D. (2022). *How to Reglaze Window Glass*. <https://www.do-it-yourself-help.com/how-to-reglaze-window-glass>
- Cristina. (2020). *Utilização de estruturas metálicas (reabilitação e reforço)*. [http://www.civil.ist.utl.pt/~cristina/RREst/Aulas_Apresentacoes/07_Bibliografia/aco \(steel\)/6_reabilitacao.PDF](http://www.civil.ist.utl.pt/~cristina/RREst/Aulas_Apresentacoes/07_Bibliografia/aco%20(steel)/6_reabilitacao.PDF)
- Cruz, D. M. R. (2015). *Reforço de elementos estruturais de madeira com materiais compósitos de matriz polimérica* [Universidade Nova de Lisboa]. https://run.unl.pt/bitstream/10362/16372/1/Cruz_2015.pdf
- Cruz, H. M. A., & Aguiar, J. B. de. (2009). *Patologias em pavimentos e cobertura de edifícios*. https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/12745/1/Porto_2009.pdf
- danosa. (2015). *Sistemas de isolamento e impermeabilização em coberturas invertidas*. [file:///C:/Users/Hp/Downloads/DANOSA-desc_csol-DESC-4 \(1\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/DANOSA-desc_csol-DESC-4%20(1).pdf)
- DANOSA. (2021). *Cobertura Inclínada Com Telha Plana*. <https://portal.danosa.com/danosa/CMServlet?node=CINC4&lng=4&site=3>
- DecorexPro. (2019). *Membrana de PVC para coberturas: escolha de filme de impermeabilização para o telhado*. <https://pt.decorexpro.com/krysha/pvh-membrana/>

- Dias, A., Silva, R., Almeida, V., & Mouraz, C. (2020). *Guia para projeto e aplicação de telhas cerâmicas*. <https://www.apicer.pt/apicer/media/5c06bd0e8d436.pdf>
- Diogo, A. C. L. (2017). *Reabilitação da caixilharia exterior de um edifício de serviços em Lisboa - Caso de estudo* [Instituto Superior de Engenharia de Lisboa]. <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/8323>
- Dobra - corte e quinagem de chapa. (n.d.). *Chaminés*. Retrieved August 23, 2021, from <http://www.dobra.pt/pt/galeria/produtos-Chamines/26>
- Dow - soluções para a construção. (n.d.). *Isolamento Térmico de Coberturas Inclinadas*. http://isolar.pt/ficheiros/file/Dow_Portugal_coberturas_inclinadas.pdf
- Dow - soluções para a construção. (n.d.). *Isolamento térmico de coberturas planas invertidas*. http://isolar.pt/ficheiros/file/Dow_Portugal_coberturas_invertidas.pdf
- Dulude, K. (2021). *Como limpar alumínio oxidado*. <https://pt.wikihow.com/Limpar-Aluminio-Oxidado>
- ecopore. (2020). *Membrana autoadesiva para controle de condensação e gotejamento*. <https://www.ecopore.com.br/solucao-anti-condensacao-e-gotejamento/>
- EDIL. (n.d.). *Impermeabilização de laje exposta*. Retrieved August 3, 2021, from <https://impermeabilizacao.edilimpermeabilizacoes.com.br/impermeabilizacao-de-lajes/impermeabilizacao-de-laje-exposta/orcamento-impermeabilizacao-laje-cobertura-cachoeirinha>
- eHow. (2021). *Como reparar madeira apodrecida sem removê-la*. https://www.ehow.com.br/reparar-madeira-apodrecida-removela-como_179910/
- extrusal. (2011). *Manutenção*. <https://www.extrusal.pt/manutencao>
- extrusal. (2018). *Limpeza e manutenção: recomendações para utilizadores*. https://www.extrusal.pt/downloads/file137_pt.pdf
- Felten, D., & Silva, H. H. G. (2016). *Levantamento das patologias de um colégio estadual na cidade de Cascavel-PR*. <https://www.fag.edu.br/upload/ecci/anais/5b8d95bbb12fb.pdf>
- Fernandes, D. V. (2018). *Previsão da vida útil de caixilharias*. Instituto Superior Técnico de Lisboa.
- Ferragens do Marquês. (n.d.). *Pivotante*. Retrieved August 15, 2021, from

<https://www.ferragensdomarques.pt/produtos/pivotante/maco>

- Ferreira, J. A. de A. (2010). *Técnicas de diagnóstico de patologias em edifícios* [Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58880/1/000141489.pdf>
- Ferreira, V., Gaspar, F., Santos, S., Oliveira, F. S., Cravinho, A., Gomes, J., Serrado, D., Cabaça, S., Lourenço, P., & Flores, I. (2017). *Paredes*. <http://www.civil.ist.utl.pt/~joaof/tc-cor/17 Paredes - COR.pdf>
- fibran. (2019). *Fachada com parede dupla*. <https://fibran.pt/solucoes-produtos/fachadas/fachada-murada/>
- Fibran. (2020). *Produtos e soluções de isolamento térmico FIBRANxps*. https://fibran.pt/wp-content/uploads/sites/10/2020/04/IBERFIBRAN_Cat_GERAL_100.pdf
- Flores, I., Ruivo, S., Teixeira, P., Neto, N., Silvestre, J., & Fernandes, C. (2020). *Revestimentos de paredes*. <http://www.civil.ist.utl.pt/~joaof/tc-pb/21 Revestimentos de paredes - 22ª a 24ª aulas teóricas.pdf>
- Fontenelle, M. A. M., & Moura, Y. M. de. (2004). *Revestimento cerâmico em fachadas estudo das causas das patologias*. <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/132/anexo/03pespat.pdf>
- Fortunato, A. M. (2017). *Ficha de patologias*. <https://docplayer.com.br/64742730-Fichas-das-patologias.html>
- Forum da Casa*. (2013). Isolamento de Telhado. <https://forumdacasa.com/discussion/30344/isolamento-de-telhado/>
- FOXLUX. (n.d.). *Como trocar azulejos quebrados em 5 passos*. Retrieved September 5, 2021, from <https://www.foxlux.com.br/blog/dicas/como-trocar-azulejos-quebrados-em-5-passos/>
- Freitas, V. P. de, & Miranda, A. M. (2014). *Patologias de sistemas de isolamento térmico pelo exterior do tipo ETICS*. <https://www.apfac.pt/patologias/LFC-IC-282A-2014.pdf>
- Futureng. (n.d.). *Barreira de vapor*. Retrieved August 1, 2021, from <http://www.futureng.pt/barreira-de-vapor>

- Galletto, A., & Andrello, J. M. (2013). *Patologia em fachadas com revestimentos cerâmicos*. http://www.casadagua.com/wp-content/uploads/2014/02/A1_077.pdf
- Goulart, T. A. (2021). *Método construtivo de fachada ventilada em compósito* [Instituto Superior de Engenharia de Lisboa]. <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/13337?locale=en>
- Guia - casa eficiente*. (n.d.). Materiais Refletivos e Telhas Térmicas Para Coberturas de Moradias e Outros Edifícios. Retrieved July 2, 2021, from <https://www.guiacasaeficiente.com/Isolamento/TelhadosSolar.html>
- Hatch, J. (2018). *How to Clean Aluminum*. <https://howtocleanthings.com/how-to-clean-aluminum/>
- Imperialum*. (n.d.). IFOAM - Poliestireno Extrudido. Retrieved June 17, 2021, from <https://www.imperialum.com/?solucoes=ifoam-poliestireno-extrudido-coberturas>
- Instituto Nacional de Estatística, I. P., & Laboratório Nacional de Engenharia Civil, I. P. (2013). *O Parque habitacional e a sua reabilitação - análise e evolução 2001-2011*. file:///C:/Users/Hp/Downloads/PHR_2013_a.pdf
- Instituto Politécnico de Tomar. (n.d.). *Coberturas de edifícios*. http://www.estt.ipt.pt/download/disciplina/1136__coberturasplanas.pdf
- INTERCROMA. (2020). *O dióxido de titânio nos PVC's rígidos*. <https://www.intercroma.com/o-dioxido-de-titanio-nos-pvcs-rigidos/>
- ISOCENTRO. (n.d.). *Lajeta Grisol NS 30/35*. Retrieved August 3, 2021, from <https://www.isocentro.pt/produto/lajeta-grisol-ns-3035/>
- ISOMAT. (2020). *Manta Geotêxtil Poliéster & Polipropileno*. <https://www.isolmat.pt/produto/manta-geotextil-poliester-polipropileno/>
- Knaufinsulation. (2021). *Isolamento em lã mineral para fachada ventilada*. <https://www.knaufinsulation.pt/aplicacoes/fachada-ventilada>
- Konsbud. (2016). *GLULAM – High-tech from nature for wood construction*. <http://systemhbe.com/glulam>
- Lario, V. R., & Navarro, J. P. (n.d.). *Manual Prevención de fallos - Estanqueidad de cubiertas planas*.

<https://pt.scribd.com/document/240208080/4725-Texto-Completo-1-Manual-de-Prevencion-de-Fallos-Estanqueidad-en-Cubiertas-Planas-pdf>

Leal, A. B. C. (2009). *Argamassas tradicionais de revestimento de paredes: fendilhação e sua reparação* [Instituto Superior de Engenharia de Lisboa]. <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/287>

Leão, B. F. de B. (2017). *Estudo da durabilidade do sistema ETICS em paredes exteriores através da inspeção de edifícios* [Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. [file:///C:/Users/Hp/Downloads/Tese_Bernardo_Leao \(3\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/Tese_Bernardo_Leao%20(3).pdf)

Leca. (2018). *Manual técnico de alvenarias*. https://www.leca.pt/sites/leca.pt/files/pdf/manual_2018_SMALLEST_SIZE.pdf

Leca Portugal. (2020). *Webinar - Soluções Leca para paredes exteriores*. <https://www.leca.pt/webinars>

Lima, P. (2014). *Como reparar o telhado?* <http://www.maifix.pt/blog/index.php/blog-maifix/93-faca-voce-mesmo/110-como-reparar-o-telhado>

LNEC. (2006). *Coefficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios*. http://home.fa.utl.pt/~lcaldas/LNEC_ITE_50.pdf

Lopes, D. A. R. (2015). *Projeto de estabilidade de um edifício* [Universidade da Beira Interior]. https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/6486/1/4660_8917.pdf

Lopes, M. A. C. (2007). *TIPIFICAÇÃO DE SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS DE MADEIRA EM COBERTURAS DE EDIFÍCIOS ANTIGOS* [Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. [http://www.civil.ist.utl.pt/~luisg/Estruturas de Madeira/Tese_Coberturas_FEUP.pdf](http://www.civil.ist.utl.pt/~luisg/Estruturas%20de%20Madeira/Tese_Coberturas_FEUP.pdf)

Lourenço, Paulo, & Branco, J. (2012). *Coberturas tradicionais de madeira. Caracterização, inspeção e classificação*. [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/31294/1/Coberturas Tradicionais.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/31294/1/Coberturas%20Tradicionais.pdf)

Lourenço, Pedro, & Branco, J. (2012). *Cobertura com telha cerâmica, uma solução construtiva sustentável*. http://www.hms.civil.uminho.pt/events/coberturas_madeira/103_116.pdf

LOUSATELAS. (n.d.). *Impermeabilização em membranas de PVC*. Retrieved August 1, 2021, from <https://www.lousatelas.com/impermeabilizacao-em-membranas-de-pvc>

- Loxam. (2020). *5 dicas de como resolver o problema da eflorescência*. <https://www.degraus.com.br/5-dicas-de-como-resolver-o-problema-da-eflorescencia/>
- MACAIXE. (n.d.). *Série 70*. Retrieved August 18, 2021, from <https://macaix.pt/product/serie-70/>
- Macedo, A. P. R. (2015). *Avaliação económica de soluções de fachadas ventiladas para edifícios de habitação* [Universidade da Madeira]. <https://digituma.uma.pt/handle/10400.13/1062>
- Marinho, M. I. M. (2014). *Diagnóstico de patologias associadas à humidade utilizando técnicas não destrutivas* [Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/74225>
- Marrana, T. C. (2015). *Avaliação económica do ciclo de vida de coberturas planas* [Instituto Superior Técnico de Lisboa]. <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/mcr/dissertacao/283828618789039>
- Martins, P. M. M. da S. (2013). *Reabilitação de Edifícios na Baixa do Porto Análise de casos de obra* [Instituto Superior de Engenharia do Porto]. [file:///C:/Users/Hp/Downloads/DM_PedroMartins_2013_MEC\(4\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/DM_PedroMartins_2013_MEC(4).pdf)
- Martins, T. F. R. M. (2010). *Dimensionamento de estruturas em madeira - coberturas e pavimentos* [Universidade Técnica de Lisboa]. [file:///C:/Users/Hp/Downloads/Tese\(4\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/Tese(4).pdf)
- Mateus, R. (2004). *Análise comparativa de soluções construtivas para paredes exteriores*. [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/817/8/Parte III %28Pag 198 a 224%29.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/817/8/Parte%20III%20Pag%20198%20a%20224.pdf)
- Maxmat. (2019). *Como reparar infiltrações no telhado*. https://www.maxmat.pt/pt/conselhos-de-bricolage/construcao/como-reparar-infiltracoes-no-telhado_335.html
- Meia Colher. (2014). *Aprenda como consertar reboco com rachaduras ou trincas!* <https://www.meiacolher.com/2014/10/aprenda-como-consertar-reboco-com.html>
- Melendez, Y. A. C. (2005). *Análisis comparativo de ventanas de PVC versus ventanas de aluminio* [Universidad Austral de Chile]. <http://cybertesis.uach.cl/sdx/uach/fiche.xsp?base=documents&id=uach.2005.bmfic313a>
- Mendes, F. M. V. P. (2009). *Durabilidade das fachadas ventiladas - Aplicação da Norma ISO 15686-1* [Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. <https://repositorio->

aberto.up.pt/handle/10216/60056

- Mendes, M. C. F. (2011). *O uso de energias renováveis em edifícios de museus* [Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias]. http://www.museologia-portugal.net/files/upload/doutoramentos/manuel_furtado.pdf
- Mendonça, L. V. (2005). *Condensações em edifícios*. <http://www.spybuilding.com/private/admin/ficheiros/uploads/e8dc5decfe982c6b17b72cd8364ba972.pdf>
- Meneses, J. (2021). *Tradicional e moderna*. Anicer. <https://revista.anicer.com.br/tradicional-e-moderna/>
- Migliani, A. (2019). *O que é Madeira Laminada Colada (MLC ou Glulam)?* <https://www.archdaily.com.br/br/928061/o-que-e-madeira-laminada-colada-mlc-ou-glulam>
- Miguel Batista - Carpintaria. (n.d.). *Janelas*. Retrieved August 17, 2021, from <https://www.carpintariambatista.pt/produtos/janelas>
- Monteiro, M. A. P. (2016). *Projeto de reabilitação de coberturas em terraço* [Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. https://sigarra.up.pt/feup/pt/pub_geral.pub_view?pi_pub_base_id=136686
- Moreira, J. P. B. F. (2010). *Manutenção preventiva de edifícios – Proposta de um modelo empresarial* [Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/58244>
- Moreira, M. F. J. (2009). *Reabilitação de estruturas de madeira em edifícios antigos - estudo de caso* [Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. <https://paginas.fe.up.pt/~jmfaria/TesesOrientadas/MIEC/ReabilitEstrut Madeira- Estudo de Caso.pdf>
- Morgado, J. N. P. L. V. (2012). *Plano de inspeção e manutenção de coberturas de edifícios correntes* [Instituto Superior Técnico de Lisboa]. https://oldquc.qa.vps.tecnico.ulisboa.pt/publico/showDegreeTheses.do;jsessionid=3F8A8F7C4D932B32A5D281B6B862FAE9?method=showThesisDetails°reeID=2761663971466&thesisID=2353642404641&_request_checksum_=5fcc15c669f28699764e297671cb2ef51b44d4b4

Muci, D. W. S., Netto, J. R. B., & Silva, R. de A. (2014). *Sistemas de recuperação de fissuras da interface alvenaria de vedação - estrutura de concreto: comparativo entre os processos executivos e análise de custo*.

https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/SISTEMAS_DE_RECUPERAÇÃO_DE_FISSURAS_DA_INTERFACE_ALVENARIA_DE_VEDAÇÃOESTRUTURA_DE_CONCRETO_COMPARATIVO_ENTRE_OS_PROCESSOS_EXECUTIVOS_E_ANÁLISE_DE_CUSTO.pdf

Neves, A. (2021). *Eflorescência: Saiba tudo sobre essa manifestação patológica*.
<https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia>

Oliveira, J. E. R. de. (2019). *Influência de características construtivas de caixilharias no seu desempenho térmico* [Universidade de Coimbra]. <https://eg.uc.pt/handle/10316/93628?locale=pt>

Pereira, R. (2011). *EDIFÍCIOS ALTOS – PROBLEMAS ASSOCIADOS E ANÁLISE ESTRUTURAL DE UM CASO PRÁTICO* [Instituto Superior de Engenharia do Porto].
https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/2773/1/DM_RuiPereira_2011_MEC.pdf

Pinto, P. M. P. (2018). *Inspeção e Caracterização de Patologias em Edifícios de Habitação Visando a sua Reabilitação - Parte II* [Universidade da Madeira]. <https://digituma.uma.pt/handle/10400.13/2289>

Pinto, P. N. da S. (2002). *Caracterização de barreiras pára-vapor e sua aplicação* [Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. [file:///C:/Users/Hp/Downloads/Texto integral \(4\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/Texto%20integral%20(4).pdf)

PORDATA. (2015). *Alterações NUTS III*. https://www.pordata.pt/Site_Static/PORDATA_NUTS2013_PT.pdf

Portal de arquitetura e construção sustentável. (2020). *Cobertura inclinada isolamento em lã mineral com subtelha*. <https://www.csustentavel.com/cobertura-inclinada/>

Prudêncio. (n.d.). *Obras de referência*. Retrieved August 3, 2021, from <https://prudencio.pt/pt/works/>

purcom. (n.d.). *Membrana de poliuretano*. Retrieved October 19, 2021, from <https://www.purcom.com.br/membrana-de-poliuretano>

Rato, V., & Brito, J. de. (2003). *Exigências funcionais das coberturas inclinadas* [Instituto Superior Técnico de Lisboa].
https://www.researchgate.net/publication/282251188_Exigencias_funcionais_das_coberturas_incli

nadas

- Reis, R. C. (2013). *Análise do desempenho térmico de construções: projeto e soluções alternativas* [Instituto Superior de Engenharia do Porto]. https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/6510/1/DM_RuiReis_2013_MEC.pdf
- represtor. (n.d.). *Flexoterm*. Retrieved September 3, 2021, from <https://www.represtor.com/produto/flexoterm/>
- Rhod, A. B. (2011). *Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos: análise da frequência de ocorrência em áreas internas de edifícios em uso em Porto Alegre* [Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34383/000789547.pdf?seq>
- Ribeiro, D. A. (2018). *Sistemas de Impermeabilização para Coberturas Planas - Análise de mercado, contributo para a melhoria no processo de seleção e de aplicação* [Instituto Superior Técnico de Lisboa]. <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/mec/dissertacao/846778572212115>
- Ribeiro, N. A. (2013). *Sistemas de isolamento térmico pelo exterior - condições de aplicação e utilização na reabilitação térmica dos edifícios* [Universidade da Beira Interior]. <https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/3446>
- Righi, G. V. (2009). *Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções - análise de casos*. [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7741/RIGHI%2C GEOVANE VENTURINI.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7741/RIGHI%2C%20GEOVANE%20VENTURINI.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rocha, P. T. da. (2008). *Anomalias em coberturas de terraço e inclinadas* [Universidade Técnica de Lisboa]. [file:///C:/Users/Hp/Downloads/DISSERTAÇÃO_IST \(6\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/DISSERTAÇÃO_IST%20(6).pdf)
- Rocha, J. M. F. da S. (2008). *Reabilitação do ponto de vista térmico de coberturas inclinadas, no centro histórico do Porto* [Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58536/1/000129592.pdf>
- SACASTRO. (2021). *No Title*. <https://www.sacastro-ferragens.com/ferragens/familia/1600/0/molasponta/molaspportas/molajanela/>
- Santos, A. J. C. dos. (2012). *Sistema de inspeção e diagnóstico de caixilharias* [Universidade Técnica de

- Lisboa]. file:///C:/Users/Hp/Downloads/Dissertação_AlbertoSantos_70898.pdf
- Santos, L. M. A. dos. (n.d.). *Madeiras*.
https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_madeiras_lara_monalisa.pdf
- SASAZAKI. (2019). *Manual de instruções: instalação, manuseio e manutenção*.
<https://cdn.leroymerlin.com.br/medias/document-88199944-installation-guide-janela-de-correr-aluminio-pintado-branco-1,00x1,50m-linha-alumifit-sasazaki.pdf>
- SCF. (n.d.). *Pormenores construtivos de várias obras*. Retrieved August 2, 2021, from
<https://scfonseca.weebly.com/pormenores-construtivos.html>
- Sequeira, C. S. F. B. M. (2017). *Análise de patologias num edifício e soluções correctivas* [Instituto Superior de Engenharia do Porto]. file:///C:/Users/Hp/Downloads/DM_CarlaSequeira_2017_MEC.pdf
- Serôdio, P., & Paulo, P. V. (2020). *Coberturas em terraço*. <http://www.civil.ist.utl.pt/~joaof/tc-cor/20>
Coberturas em Terraço - COR.pdf
- SERVISTEEL - *Soluções técnicas e engenharia, Lda.* (2017). Painéis Estruturais LSF.
http://www.servisteel.pt/SITE_2/Images/2017/Paineis_Estruturais.pdf
- Silva, A. R. R. (2010). *Patologia em fachadas com revestimentos de ladrilhos cerâmicos* [Instituto Superior de Engenharia de Lisboa]. <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/280>
- Silva, C. E. O. da. (2016). *Como restaurar uma parede que esta esfarelado?*
<https://perguntas.habitissimo.com.br/pergunta/como-restaurar-uma-parede>
- Silva, V. (2016). *Isolamento térmico de edifícios correntes com poliestireno extrudido*.
https://silo.tips/queue/isolamento-termico-de-edificios-correntes-com-poliestireno-extrudido?&queue_id=-1&v=1639525977&u=OTQuNjEuMjQwLjEzMQ==
- Silvestre, G. (n.d.). *O guia de impermeabilização*.
https://www.gloriasilvestre.pt/gloriasilvestre/catalogos/dyrup/Catalogo3_DIP_PT.pdf
- Silvestre, J. D., & Brito, J. de. (2009). *Juntas em revestimentos cerâmicos aderentes (RCA): da concepção à manutenção*. <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n35/Pag.75-.pdf>

- Singular - Construções. (2019). *Sistema EML Estruturas de Madeira Lamelada*.
<https://www.singularconstrucoes.pt/eml-estruturas-madeira-lamelada>
- Sistema SOTECNISOL - betão celular. (2012). *SOTECNISOL - Coberturas & Fachadas*.
https://www.sotecnisol.pt/resources/777f40511b178afb7f9e2c1a7a9e55af/fichas_tecnicas/dta_30.01_-_execucao_de_betao_celular1.pdf
- SOPREMA. (n.d.). *Impermeabilização betuminosa*. Retrieved August 1, 2021, from
<https://www.soprema.pt/pt/impermeabilizacao-betuminosa>
- SOPREMA. (2021). *Eficiência energética - a importância das medidas passivas e dos materiais*.
<https://www.soprema.pt/pt/article/reference/eficiencia-energetica-a-importancia-das-medidas-passivas-e-dos-materiais>
- SOTECNISOL - coberturas & fachadas. (2021). *Sistemas de impermeabilização com membranas betuminosas*.
SOTECNISOL - Coberturas & Fachadas.
https://www.sotecnisol.pt/resources/777f40511b178afb7f9e2c1a7a9e55af/fichas_tecnicas/cte_01_-_sist_de_imperm_com_memb_betuminosas.pdf
- Sousa, J. C. G. V. de. (2009). *Soluções de reabilitação da impermeabilização de coberturas planas* [Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/58485>
- Sousa, V., Pereira, F. D., & Brito, J. de. (2005). *Rebocos tradicionais: principais causas de degradação*.
http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/Num23/n_23_pag_05-18.pdf
- Steven Winter Associates. (1999). *The Rehab Guide Volume 4: Windows and Doors*.
<https://www.huduser.gov/portal/publications/destech/doors.html>
- telhanorte. (n.d.). *Janela Basculante Maxim-Ar Topsul de Alumínio Esquadrisul 60x60cm Branco*. Retrieved August 15, 2021, from <https://www.telhanorte.com.br/janela-basculante-maximar-de-aluminio-topsul-esquadrisul-alt-60-cm-x-comp-60-cm-branco-1632051/p>
- TheFastCode. (2018). *Como preencher fendas em madeira*. <https://www.thefastcode.com/pt-eur/wiki/Preencher-Fendas-em-Madeira>

- Torreense. (2010a). *Anomalias de funcionamento das coberturas*.
<https://www.ceramicatorreense.pt/pt/suporte-tecnico/anomalias/anomalias-de-funcionamento-das-coberturas/>
- Torreense. (2010b). *Princípios Gerais de Manutenção de Telhados*.
<https://www.ceramicatorreense.pt/pt/suporte-tecnico/manutencao/principios-gerais-de-manutencao-de-telhados/>
- Torreense. (2010c). *Ventilação das coberturas*. file:///C:/Users/Hp/Downloads/Torreense - Ficha Técnica 3.3. Telha Lusa - Ventilação.pdf
- Traditional Painter. (2014). *Restore PVC and bring back the whiteness – Fluxaf PVCu Restorer*.
<https://traditionalpainter.com/clean-pvc-restore-shine-fluxaf-pvcu-restorer>
- Umbelino Monteiro - Coberturas para a vida. (2016). *Guia de Aplicação UM Lusa*. <https://lmp-media-service.azureedge.net/assets/pdf/13521000-13521999/13521795-0200m.pdf>
- UpgradedHome. (2021). *How to fix a broken tile without replacing it*. <https://upgradedhome.com/how-to-fix-a-broken-tile-without-replacing-it/>
- VEKA. (n.d.). *Ventanas de PVC vs Ventanas de madeira*. file:///C:/Users/Hp/Downloads/pvc-vs-madeira.pdf
- Veríssimo, B. M. L. (2019). *Influência dos vãos envidraçados no desempenho térmico de edifícios de habitação* [Instituto Superior de Engenharia do Porto].
<https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/14610?locale=en>
- vesta. (2014). *Janela oscilobatente feita em UPVC*. <http://www.vestapvc.com.br/pt-br/produto/janelas-vesta-pvc/janela-oscilobatente.html>
- Vicente, M. J. M. (2012). *Tecnologia e reabilitação de caixilharias* [Instituto Superior Técnico de Lisboa].
file:///C:/Users/Hp/Downloads/Versão Final_Compress.pdf
- Viero. (2016). *ETICS Manutenção*. file:///C:/Users/Hp/Downloads/Manutencao-ETICS_2016.pdf
- Votorantim. (2015). *Vedação de janelas é solução contra infiltrações*.
<https://www.mapadaobra.com.br/negocios/vedacao-de-janelas/>

Walter, A., Lopes, J. G., & Brito, J. de. (2018). *Impermeabilização de coberturas em terraço. Anomalias em superfícies correntes*. <https://docplayer.com.br/53011562-Impermeabilizacoes-de-coberturas-em-terraço-anomalias-em-superficie-corrente.html>

Weber. (2020). *Guia de soluções para fachadas termicamente eficientes*. [file:///C:/Users/Hp/Downloads/Guia_de_sistemas_webertherm \(1\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/Guia_de_sistemas_webertherm%20(1).pdf)

Weber - Saint Gobain. (2015). *Manual de construção - paredes eficientes*. https://issuu.com/e-weber/docs/manual_construcao_paredes_eficiente

wikiHow. (n.d.). *Como desentortar madeira*. <https://pt.wikihow.com/Desentortar-Madeira>

Window Resource. (2022). *What are the Advantages and Disadvantages of Aluminum Windows*. <https://www.windowresource.com/advantages-and-disadvantages-of-aluminum-windows/>