



Análise de patologias num edifício e soluções correctivas

CARLA SOFIA FERNANDES BARROS MAGALHAES SEQUEIRA

julho de 2017

ANÁLISE DE PATOLOGIAS NUM EDIFÍCIO E SOLUÇÕES CORRETIVAS

CARLA SOFIA FERNANDES BARROS MAGALHÃES SEQUEIRA

Relatório de Estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE CONSTRUÇÕES

Orientadora: Maria da Luz do Vale Garcia

Supervisora: Alexandra Maria Carrapatoso de Oliveira Estevão (CICCOPN)

JUNHO DE 2017

ÍNDICE GERAL

Índice Geral	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Agradecimentos	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Tabelas.....	xix
Abreviaturas	xxi
Simbologia	xxiii
Capítulo 1 Introdução	1
Capítulo 2 Enquadramento do Tema.....	5
Capítulo 3 Patologias	21
Capítulo 4 Caso de Estudo	47
Capítulo 5 Considerações Finais	119
Referências Bibliográficas	121
Anexo I – Fichas de Inspeção.....	124
Anexo II – Planta com Localização das Patologias.....	137

RESUMO

Em Portugal, nestes últimos anos, tem-se promovido a intervenção nos edifícios escolares com intuito de os recuperar e modernizar. Estes são edifícios que merecem uma atenção redobrada, pois tratam-se de locais com uma utilização diária intensa.

A Direção do CICCOPN sensível à necessidade de melhorar as condições de ensino e conforto dos seus utilizadores (formandos, formadores e funcionários) e para fazer face ao desgaste provocado pelo uso e aos problemas construtivos a que o edifício está sujeito, aceitou a realização deste estágio, tendo em vista um levantamento das patologias existentes no mesmo e a definição de uma metodologia de reparação das situações mais frequentes.

Nesse sentido, e a fim de garantir a eficácia das soluções, propostas de reparação das patologias do edifício, procedeu-se primeiramente a uma fase de diagnóstico e de inspeção. A informação relativa ao diagnóstico das patologias evidenciadas é apresentada sob a forma de fichas de inspeção, tendo sido feito também o seu registo em planta onde as mesmas se encontram assinaladas por cores em função da sua gravidade e urgência de intervenção.

Verificou-se também que as infiltrações de água pela envolvente exterior do edifício (cobertura e fachadas) foram as principais anomalias encontradas e as causas resultam sobretudo da adoção de soluções construtivas inadequadas.

Este trabalho contempla ainda, numa fase posterior, um conjunto de recomendações, que norteiam na definição de soluções de reparação, de forma a garantir que as mesmas asseguram resultados satisfatórios a longo prazo.

Palavras-chave: Patologia, Inspeção, Manutenção.

ABSTRACT

In Portugal, in recent years, intervention has been promoted in educational buildings with the aim of recovering and modernizing them. These are buildings that deserve more attention, because they are places with an intense daily use.

CICCOPN's management, aware of the need to improve the teaching and comfort conditions of those using its facilities (trainees, trainers and employees) and to cope with the wear and tear caused by the use and the constructive problems to which the building is subject accepted this internship, with the goal of preparing a survey of the pathologies and organising a methodology for repairing the most frequent situations.

Thus, in order to ensure the effectiveness of the proposed solutions for repairing the building's pathologies, a diagnostics and inspection phase was first carried out. The information related to the diagnosis of the pathologies evidenced is presented in the form of inspection records, and it has also been registered in a plan where they are marked by colours according to their severity and urgency of intervention.

It was also verified that the infiltrations of water through the building's envelope (both roof and façades) were the main anomalies found and the causes mainly derive from the adoption of inadequate constructive solutions.

This work also includes, at a later stage, a set of recommendations, which guide the definition of remedial solutions, in order to ensure that they achieve satisfactory results in the long term.

Keywords: Pathology, Inspection, Maintenance.

AGRADECIMENTOS

Com a conclusão desta etapa académica, quero que fique registado o sincero agradecimento aos que mais contribuíram de forma direta e indireta para a realização deste estágio:

Ao Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto, por me proporcionarem esta experiência de contacto direto com o mundo do trabalho.

À direção do CICCOPN por toda a disponibilidade de meios, para que este projeto se realizasse com o sucesso pretendido.

Aos engenheiros e técnicos do LGMC, pela ajuda na realização de alguns ensaios e esclarecimento em vários assuntos relacionados com este projeto.

À engenheira Alexandra Estevão pelo apoio ao longo de todo este estágio.

À engenheira Maria da Luz por ter aceitado abraçar este projeto junto comigo.

Aos meus pais e ao Pedro Rodrigues, pela paciência e apoio nesta fase final.

Aos meus amigos, André Alves, Bruno Pereira, Cristina Pires, Emanuel Ferreira, Fábio Nunes, Hugo Faria, Ricardo Belez e Vanessa Fernandes pelo companheirismo e paciência nestes anos de grandes aprendizagens.

ÍNDICE DE TEXTO

CAPÍTULO 1	Introdução.....	1
1.1	Considerações Iniciais.....	1
1.2	Objetivos do Estágio.....	2
1.3	Organização do Relatório.....	2
CAPÍTULO 2	Enquadramento do Tema.....	5
2.1	Inspeção do Edifício.....	5
2.1.1	Inspeção Preliminar.....	7
2.1.2	Inspeção Detalhada.....	7
2.2	Manutenção e Reabilitação de um Edifício.....	7
2.2.1	Tipos de Manutenção.....	11
CAPÍTULO 3	Patologias.....	21
3.1	Patologias nas Fachadas.....	21
3.1.1	Humidade.....	23
3.1.2	Fendilhação e Fissuração.....	25
3.1.3	Eflorescências e Criptoflorescências.....	26
3.1.4	Biodeterioração.....	27
3.1.5	Perda de Aderência.....	28
3.1.6	Perda de Coesão.....	29
3.1.7	Erosão.....	29
3.1.8	Sujidade.....	29
3.1.9	Defeitos em Peitoris.....	30
3.2	Patologias nas Coberturas.....	30

ÍNDICE DE TEXTO

3.2.1	Condensações	34
3.2.2	Deformações Acentuadas do Revestimento	34
3.2.3	Desalinhamento de Elementos do Revestimento	35
3.2.4	Desprendimento/Descolamento de Elementos de Revestimento	35
3.2.5	Acumulação de Detritos	35
3.2.6	Corrosão.....	36
3.2.7	Descasque/Esfoliação/Escamação.....	38
3.2.8	Desenvolvimento de Vegetação Parasita/ Colonização Biológica	39
3.2.9	Alteração de Cor/ Diferenças de Tonalidade.....	40
3.2.10	Degradação/ Oxidação (envelhecimento)	41
3.2.11	Fratura/ Fissuração	41
3.2.12	Defeitos nas Fixações.....	41
3.2.13	Defeitos nos Remates	42
3.2.14	Deterioração ou Inexistência dos Cordões de Estanqueidade	43
3.2.15	Sobreposição Insuficiente ou Excessiva.....	44
3.2.16	Defeitos no Sistema de Isolamento Térmico.....	44
3.2.17	Defeitos na Ventilação.....	45
3.2.18	Inclinação Excessiva ou Insuficiente	45
3.2.19	Intervenções Deficientes ou Incorretas.....	45
CAPÍTULO 4	Caso de Estudo	47
4.1	Localização	47
4.2	Identificação das Patologias.....	51
4.2.1	Envolvente Exterior.....	54
4.2.2	Envolvente Interior	59
4.3	Análise.....	63
4.3.1	Cobertura.....	65

4.3.2	Envolvente Exterior Vertical (Infiltração de água nas paredes em contacto com o terreno)	78
4.3.3	Envolvente Exterior (Queda de material cerâmico).....	82
4.3.4	Envolvente Vertical Exterior (Infiltrações junto aos vãos envidraçados).....	89
4.4	Soluções Correctivas.....	92
4.4.1	Cobertura.....	92
4.4.2	Envolvente Vertical Exterior (Infiltração de água nas paredes em contacto com o terreno)	108
4.4.3	Envolvente Vertical Exterior (Queda material cerâmico).....	109
4.4.4	Envolvente Vertical Exterior (Infiltrações junto aos vãos envidraçados).....	110
4.5	Outros Ensaio (Calibração do detetor de humidade)	112
CAPÍTULO 5	Considerações Finais.....	119
5.1	Conclusões	119
5.2	Desenvolvimentos Futuros	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Conceitos associados à manutenção e reabilitação, de acordo com o texto de Shoet & Rosenfeld (1999) (Coelho, 2016)	9
Figura 2.2 - Reabilitação/Manutenção (Coelho, 2016)	10
Figura 3.1 – Exemplos dos tipos de coberturas existentes	31
Figura 3.2 – Mecanismos de penetração de água em revestimentos descontínuos de cobertura (Hélder Branco, IST)	32
Figura 4.1 – Entrada principal do Centro de Formação Profissional da Indústria da Construção Civil e Obras Públicas do Norte (CICCOPN) (Google maps,2017)	47
Figura 4.2 – Vista aérea do CICCOPN com os respetivos pontos de entrada (Google maps,2017)	48
Figura 4.3 – Área de implantação dos edifícios existentes	50
Figura 4.4 - Ilustração do tipo de fundação existente no CICCOPN	52
Figura 4.5 – Exemplo de uma ficha de inspeção completa.	53
Figura 4.6 – Queda de material cerâmico no edifício principal do CICCOPN	54
Figura 4.7 - Fachada voltada a norte do Corpo A.....	55
Figura 4.8 – Presença de agentes biológicos na junta do material cerâmico	55
Figura 4.9 – Eflorescências existentes no material cerâmico	56
Figura 4.10 – Parapeito da zona exterior do salão nobre	56
Figura 4.11 – Desnível na zona de união das valetas	57
Figura 4.12 – Planta cobertura do Corpo A.....	57
Figura 4.13 - Junta de dilatação existente nas caleiras de capa termo lacada	58
Figura 4.14 – Ligação existente entre o tubo de queda e a caleira, ligação entre rufos e ligação rufo tubo de queda	59
Figura 4.15 – Oxidação do suporte e sistema de AVAC	59

Figura 4.16 – Degradação do revestimento	60
Figura 4.17 – Presença de água no revestimento de madeira da cobertura	60
Figura 4.18 – Fissuração na zona da junta de dilatação	61
Figura 4.19 – Fissuração junto dos vãos envidraçados	62
Figura 4.20 – Destacamento e presença de fungos no teto.....	63
Figura 4.21 – Presença de água e manifestação de eflorescências	63
Figura 4.22 - Gráfico representativo das patologias no exterior.....	64
Figura 4.23 - Gráfico representativo das patologias no interior	64
Figura 4.24 – Cobertura (laboratório, salas e oficinas)	65
Figura 4.25 – Chapa termo lacada com oxidação.....	66
Figura 4.26 – Caleiras/ Algeoz existentes no edificado.....	66
Figura 4.27 – Formas mais correntes das caleiras.....	67
Figura 4.29 – Configuração aba interior da caleira	67
Figura 4.30 – Zonamento da cobertura para o cálculo das águas pluviais.....	72
Figura 4.31 – Determinação do caudal suportado pelo tubo de queda.....	73
Figura 4.32 - Determinação do caudal suportado pelo tubo de queda	73
Figura 4.33 – Perfuração que se observa em algumas zonas na chapa de zinco	76
Figura 4.34 – Oxidação das chapas na zona de corte e em contacto com o meio ambiente	77
Figura 4.35 – Passagem de cabos pela cobertura	77
Figura 4.36 – Aspeto da parede Exterior	78
Figura 4.37 – Raízes existentes junto ao edificado.....	79
Figura 4.38 – Limite do ensoleiramento.....	80
Figura 4.39 – Sistema de drenagem existente	80
Figura 4.40 – Picagem da parede tendo-se constatado a inexistência de um sistema de impermeabilização	81
Figura 4.41 – Picagem a 25cm do fim do revestimento	81
Figura 4.42 – “Fonte de água” na parede.....	82

Figura 4.43 – Corte do material cerâmico para realização do ensaio	83
Figura 4.44 - Planta de identificação das zonas de Ensaio	85
Figura 4.45 – Ensaio de arrancamento Ref.ª 1	86
Figura 4.46 – Ensaio de arrancamento Ref.ª 2	86
Figura 4.47 - Ensaio de arrancamento Ref.ª 3.....	86
Figura 4.48 - Ensaio de arrancamento Ref.ª 4.....	87
Figura 4.49 - Ensaio de arrancamento Ref.ª 5.....	87
Figura 4.50 - Ensaio de arrancamento Ref.ª 6.....	87
Figura 4.51 - Ensaio de arrancamento Ref.ª 7.....	88
Figura 4.52 - Ensaio de arrancamento Ref.ª 8.....	88
Figura 4.53 - Ensaio de arrancamento Ref.ª 9.....	88
Figura 4.54 – Equipamento Pull-Off tester.....	89
Figura 4.55 – Nível de bolha para demonstração de não existência de pendente no parapeito	90
Figura 4.56 – Exemplo da ausência de material de preenchimento em algumas juntas entre ladrilhos ..	90
Figura 4.57 – Remoção do caixilho.....	91
Figura 4.58 – Aspeto da ligação caixilharia/envolvente.....	91
Figura 4.59 - Tipos de juntas de dilatação.....	92
Figura 4.60 - Tipo de ligação entre tubo de queda e caleira.....	93
Figura 4.61 – Tipos de remates existentes para as coberturas painel sandwich.....	93
Figura 4.62 – Ligações entre painéis sandwich	94
Figura 4.63 - Elementos de fixação	95
Figura 4.64 – Fixações possíveis nas nervuras principais.....	97
Figura 4.65 – Fixações possíveis para nervuras principais de recobrimento de transversal e nervuras de bordo.....	98
Figura 4.66 – Fixações na zona de juntas	100
Figura 4.67 – Tipos de remates e fixações de cumeeira	101
Figura 4.68 – Tipos de caleiras	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.69 – Acessórios de ventilação.....	105
Figura 4.70 – Acessórios de claraboias.....	106
Figura 4.71 – Acessórios tubagens emergentes.....	107
Figura 4.72 - Ventiladores eólicos e sua funcionalidade.....	108
Figura 4.73 – Representação esquemática do sistema de drenagem e respetiva legenda.....	109
Figura 4.74 – Pormenor construtivo horizontal da caixilharia.....	111
Figura 4.75 - Pormenor construtivo vertical da caixilharia.....	112
Figura 4.76 – Detetor de humidade “Protimeter MMS”.....	113
Figura 4.77 – Provette de ensaio.....	113
Figura 4.78 – Provetes de ensaio no exsicador.....	115
Figura 4.79 - Resultado dos ensaios.....	116
Figura 4.80 – Curva de calibração do detetor de humidade.....	117

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 – Tipos de revestimentos exteriores de coberturas inclinadas	33
Tabela 4.1 – Descrição das instalações do centro de formação	49
Tabela 4.2 – Analogia entre o tipo de ligação e a possível causa da patologia.....	62
Tabela 4.3 – Tabela de determinação do caudal de CIA	69
Tabela 4.4 - Tabela secção real das caleiras e caudal admissível.....	70
Tabela 4.5 – Validação dos dados obtidos	70
Tabela 4.6 - Pré-dimensionamento dos tubos de queda	73
Tabela 4.7 - Determinação do $D_{\text{teórico}}$ do tubo de queda	74
Tabela 4.8 - Valores de comparação e $D_{\text{recomendado}}$	75
Tabela 4.9 – Resultados de ensaio	84

ABREVIATURAS

APFAC - Associação Portuguesa dos Fabricantes de Argamassas de Construção;

APICC - Associação Portuguesa dos Industriais da Cerâmica de Construção;

APP – Membrana impermeabilizante de betume plastómero;

AVAC – Aquecimento, ventilação e ar condicionado;

CICCOPN – Centro de Formação Profissional da Indústria da Construção Civil e Obras Públicas do Norte;

DTU – Document Technique Unifié;

HPDE – Polietileno de alta densidade;

LGMC - Laboratório Geotecnia e Materiais de Construção;

MIME - Manual de Inspeção e Manutenção de Edifícios;

RCI – Revestimento de Coberturas Inclinadas;

PVC – Polyvinyl chloride.

SIMBOLOGIA

Alfabeto Latino

A – Área da secção;

b – Base da caleira;

C – Coeficiente de escoamento;

D_{real} – Diâmetro real;

$D_{recomendado}$ – Diâmetro recomendado;

$D_{teórico}$ – Diâmetro teórico;

h – Altura da caleira;

H – Altura da lâmina líquida;

i – Inclinação;

I – Intensidade de precipitação;

K – Coeficiente de rugosidade do material;

Q – Caudal;

R – Raio hidráulico;

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Em Portugal, nestes últimos anos, tem-se promovido a intervenção nos edifícios educacionais com intuito de recuperar e modernizar os edifícios. Estes são edifícios que merecem uma atenção redobrada, pois tratam-se de locais com uma utilização diária intensa.

O CICCOPN (Centro de Formação Profissional da Indústria da Construção Civil e Obras Públicas do Norte) é um Centro de formação que tem como missão principal a formação profissional para a valorização dos recursos humanos do setor da Construção Civil.

A Direção do CICCOPN sensível à necessidade de melhorar as condições de ensino e conforto dos seus utilizadores (formandos, formadores e funcionários) e para fazer face ao desgaste provocado pelo uso e aos problemas construtivos a que o edifício está sujeito, promove com alguma periodicidade intervenções corretivas, contudo estas processam-se de forma isolada.

Contudo algumas anomalias têm persistido, fruto da ausência de uma análise mais aprofundada às mesmas. O objetivo deste meu estágio é o de fazer um estudo aprofundado das causas das várias patologias encontradas neste edifício.

Numa primeira fase será caracterizar a estrutura do edifício, conhecer a sua história e intervenções efetuadas através da informação fornecida pelas pessoas envolvidas direta ou indiretamente na sua realização.

Numa segunda fase através de uma inspeção técnica que comportará dois momentos, a visita ao edifício de forma a registar todas as patologias presentes (manifestação/efeito) e a realização de sondagens e ensaios em algumas situações. Foram elaboradas fichas de inspeção cujo objetivo é o registo “in situ” de todas as patologias existentes no edifício.

Numa terceira fase se deverá determinar as causas de cada mecanismo patológico identificado anteriormente, recorrendo sempre que necessário à realização de sondagens, ensaios e medições nos elementos construtivos em questão.

Por fim serão realizadas propostas de soluções possíveis de reparação que sejam eficazes na eliminação das causas dos mecanismos patológicos identificados, por forma a evitar a sua reincidência.

1.2 OBJETIVOS DO ESTÁGIO

O objetivo do estágio consiste na realização de um projeto de análise e soluções corretivas para as patologias existentes no Centro de Formação Profissional da Indústria da Construção Civil e Obras Públicas do Norte (CICCOPN).

O CICCOPN é constituído por 12 blocos, constituindo no total uma área de 110468 m². Devido à sua dimensão foi analisado só o bloco A. Este bloco é o principal encontrando-se nele a maioria das salas de aula, serviços administrativos, cantina, etc. A sua área corresponde a 78% da área total coberta do CICCOPN.

No seguimento da visita técnica foram elaboradas fichas de inspeção. Para cada espaço (sala de aula, gabinetes, corredores, cantina, envolvente exterior, etc.) foram realizadas fichas onde consta sobretudo informação acerca de cada uma das patologias observadas, uma classificação sobre a sua gravidade e urgência da intervenção e o seu registo fotográfico. Este modelo será o principal suporte, na elaboração do diagnóstico e no apuramento do mecanismo efeito-causa.

Este estágio tem também como objetivo o fornecer ao CICCOPN uma base de dados sobre as patologias existentes e suas causas, de forma, a poder futuramente, adotar medidas corretivas adequadas a cada situação.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O presente documento encontra-se dividido em quatro capítulos.

O capítulo 1 é onde é realizada a apresentação do trabalho a realizar, explicando o enquadramento do tema nos dias correntes, quais os objetivos estabelecidos no âmbito do estágio e como se encontra organizado o documento.

O capítulo 2 “Enquadramento do Tema”, subdivide-se em dois. Inicialmente aborda-se a inspeção em si, na qual se faz uma breve pormenorização sobre a inspeção preliminar e inspeção detalhada. No segundo subcapítulo é abordado o tema “manutenção e reabilitação de um edifício” onde se pormenoriza o porque da manutenção de um edifício ser importante nos dias de hoje e em como este vai de encontro com a reabilitação.

O capítulo 3 “Patologias” é feita uma abordagem teórica às patologias, mais correntes nas fachadas e nas coberturas. É dada uma breve explicação sobre os principais “sintomas” das patologias associadas aos elementos em estudo, sendo feita em algumas delas uma análise pormenorizada.

No capítulo 4 “Caso de Estudo” será descrito o trabalho desenvolvido durante o período de estágio. Neste é feita a apresentação do edifício alvo de análise, uma descrição da metodologia utilizada na inspeção e diagnóstico feito ao mesmo e a apresentação das soluções corretivas em algumas das situações analisadas.

No capítulo 5” Considerações Finais” expõe-se, em síntese, as conclusões gerais deste estágio e apresenta-se sugestões de desenvolvimentos futuros que durante o período de estágio não foi possível realizar.

CAPÍTULO 2

ENQUADRAMENTO DO TEMA

2.1 INSPEÇÃO DO EDIFÍCIO

Antes se abordar este tema é necessário que se defina o que se entende por inspeção. Então segundo a Infopédia, pode-se afirmar que a inspeção é um ato de examinar, ver observar cuidadosamente, vistoria.

No contexto de um Plano de Manutenção, a inspeção é um elemento de avaliação da situação em que se encontram os elementos constituintes do edifício e que possibilita apoiar a determinação de onde, como e quando efetuar operações de manutenção.

A recolha e apresentação das informações acerca das patologias devem ser compreendidas para que seja permitida a avaliação do estado efetivo do edifício. Isto é devem ser recolhidos dados sobre o tipo de materiais que foram usados na realização do edifício.

Deve ser definido o seu estado de conservação, recorrendo assim a técnicas como a inspeção visual, podendo-se apelar sempre que necessário a ensaios precisos para a realização de um melhor diagnóstico.

Este tipo de trabalho é muitas das vezes a base para a realização de um bom planeamento e auxílio de intervenções futuras, como por exemplo: de manutenção, reabilitação.

Para a realização da inspeção o técnico que realizar este processo deverá possuir consigo alguns elementos que são cruciais para que a avaliação do edifício seja o mais correta possível. Assim sendo o técnico necessita então de uma ficha de inspeção, onde deverá registar todos os aspetos negativos a nível de elementos construtivos que encontre no edifício, uma maquina fotográfica para que possa no futuro identificar com precisão a patologia e claro as plantas do edificado de maneira a que seja depois possível a identificação do compartimento/área onde se denota essa patologia. Se já tiverem sido realizadas inspeções anteriores ao edificado, o responsável pelo requerimento da inspeção deverá fornecer ao técnico esses dados.

CAPÍTULO 2

Além do mais depois de todo o processo de campo o técnico deverá realizar um relatório, onde deverá constatar tudo o que viu, se realizou algum ensaio ou não, e qual a melhor solução a adotar para que esta patologia não seja recorrente.

As principais razões que levam a realização deste tipo de trabalhos são, a existência de patologias visíveis ou suspeitas, ocorrência de acidentes. A necessidade de intervir no edifício é geralmente acionada pelos seus utentes. As inspeções geralmente antecedem e preparam uma potencial intervenção, isto é, reparação ou reabilitação do edifício.

A caracterização das patologias é obtida através dos seguintes parâmetros:

- ✓ Cor;
- ✓ Aspeto;
- ✓ Dimensão;
- ✓ Orientação;
- ✓ Forma;
- ✓ Espessura.

A realização de uma inspeção deverá ser planeada com base nas previsões climatéricas de maneira a que auxiliem na observação e identificação das anomalias.

“Tal é previsto no futuro Regulamento Geral dos Edifícios através do artigo 121º “ As inspeções periódicas correntes devem ser realizadas de 15 em 15 meses contadas a partir da data da atribuição da licença e destinam-se a detetar anomalias que devem ser registadas nas fichas de inspeção e a originar as ações indicadas no MIME”, a recomendação da periodicidade de 15 meses entre inspeções, deve-se ao facto de assim ser possível avaliar a influência das várias estações do ano no funcionamento geral da construção.” (Cordeiro, 2011). O MIME é um Manual de Inspeção e Manutenção de Edifícios.

Pode-se ainda referir que a manutenção é uma etapa do período de exploração dos edificados de maior saliência, que em muitas ocasiões é ignorada e acaba por só se tornar real quando ocorrem problemas com alguma gravidade. Ocorrendo essa etapa, definem-se as operações que diminuem a evolução das anomalias.

“No MIME são contempladas duas categorias de atuação ao nível da manutenção. Uma diz respeito a tarefas de manutenção rotineira e simples, como sejam trabalhos de limpeza, trabalhos de substituição local e fácil, e outra que reporta para a solicitação de peritagens técnicas executáveis por um especialista na área da inspeção/engenharia.” (Cordeiro, 2011).

Estas inovações advêm do princípio de perseverantes anomalias que precisam de uma avaliação técnica cuidada de forma a definir o modo de atuação mais adequado.

2.1.1 Inspeção Preliminar

A inspeção preliminar tem como objetivo inicial uma avaliação global através de uma visita ao edifício, onde se recolhe indícios que permitam avaliar de uma forma global, qual o estado do edifício e a origem e natureza dos problemas.

Normalmente engloba a realização de uma ficha de inspeção prévia de maneira a que lá estejam a causa possível da deterioração e um desenho esquemático das patologias evidentes.

Deve permitir o planeamento com profundidade, a inspeção detalhada, a definição de estudos complementares a realizar durante a inspeção detalhada e a elaboração da proposta de trabalhos.

2.1.2 Inspeção Detalhada

A inspeção detalhada deve abranger toda a estrutura envolvida, isto é acesso visual aos elementos estruturais, levantamento de todas as patologias existentes, caracterização da extensão das patologias, avaliação das causas possíveis, classificação do estado de conservação e preenchimento de uma ficha de inspeção, isto é uma ficha onde está detalhada ao pormenor o tipo de patologia.

Pontualmente a realização de ensaios para uma caracterização mais completa das patologias.

Completa-se com o relatório da inspeção.

2.2 MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO DE UM EDIFÍCIO

Nos dias de hoje, devido à sobrelotação da área de implantação nos grandes centros urbanos, deparamo-nos com a crescente degradação de alguns dos edifícios existentes, como tal e antes que estes atinjam um grau de degradação elevado, deve-se sempre que possível realizar a devida manutenção dos mesmos,

Citando (Moreira, 2010):

“Nas últimas três décadas, o número de alojamentos familiares clássicos praticamente duplicou, passando de 2,5 milhões em 1970, para 4,8 milhões em 2001 (INE, 2001). Note-se, no entanto, que o aumento de fogos para residência habitual no mesmo período é aproximadamente 1,2 milhões, sendo que o aumento de habitações de uso sazonais e vagos é de aproximadamente 1 milhão, o que representa uma taxa de crescimento superior a 200% nas últimas três décadas.”

Pode-se afirmar que Portugal tem um dos parques habitacionais mais recentes da Europa, o que situa o País numa orientação beneficiária em relação aos restantes Estados em matéria de manutenção. Portanto, os ensinamentos que calmamente foram alcançados por diligentes nesta matéria, podem presentemente ser promovidos e aproveitados para um parque edificado partitamente novo.

Tento em consideração que os níveis de exigência estabelecidos pelos utentes acabam por ser cada vez mais elevados, a manutenção dos edifícios continua a ser, não escassas vezes, colocada de parte, sendo adotada uma atitude reativa.

É comum a atividade da manutenção estar associada à reabilitação, mas é essencial demonstrar o que é a reabilitação em si.

“Reabilitação é a intervenção destinada a proporcionar desempenho compatível com as exigências ou condicionamentos atuais” (Flores-Colen, 2003), o que admite restituir as funções aos edifícios, tornando-os úteis.

Devemos ainda especificar o que se entende por manutenção na construção, esta tem como finalidade prevenir ou corrigir pequenas anomalias existentes nos edifícios, de maneira a que estes atinjam o seu tempo de vida útil sem perda das suas funcionalidades. Até porque este tipo de intervenção adequa-se melhor aos edifícios existentes e às exigências atuais.

Assim, pode-se afirmar o seguinte:

“A manutenção surge ligada a conceitos como a conservação, enquanto a reabilitação associa-se a conceitos de inovação, renovação e beneficiação de um dado edifício.” (Coelho, 2016)

“A manutenção de edifícios pode ser definida como sendo “...a combinação de todas as ações técnicas e administrativas com o objetivo de reter em... ou, devolver a..., elementos e componentes um estado que lhes permita desempenhar as funções para que foram projetadas.” (Rodrigues, 1989)

Segundo (Vilhena, 2013): *“a reorientação do setor da construção para a reabilitação de edifícios poderá contribuir para:*

- *A melhoria das condições de funcionalidade e segurança do parque edificado;*
- *A manutenção ou aumento da produtividade e nível de empregabilidade da indústria da construção;*
- *A revitalização social e económica de zonas urbanas, atualmente degradadas e pouco habitadas.”*

Pode ainda dizer-se que existem mais três conceitos associados a estes, a renovação, a reconstrução e o restauro.

Entende-se por renovação o ato ou efeito de renovar, mudança para melhor, modernização. Já a reconstrução pode-se dizer que é a ação de reconstruir, fazer de novo. Enquanto o restauro é a reparação de um edifício ou obra de arte.

Na figura 2.1 encontra-se um esquema elucidativo dos conceitos associados à manutenção e reabilitação.



Figura 2.1 - Conceitos associados à manutenção e reabilitação, de acordo com o texto de Shoet & Rosenfeld (1999) (Coelho, 2016)

Assume-se que a manutenção é um fator incontornável para a valorização e qualificação do parque edificado, dos espaços envolventes, do bem-estar dos cidadãos e economia. Pode-se ainda dizer que os três pilares fulcrais da manutenção são o bem-estar, os custos diferidos e o desempenho.

O objetivo principal da manutenção é potenciar uma maior longevidade dos edifícios, sendo que tem em conta os aspetos económicos, técnicos e utilitários.

A manutenção é algo que deve ser pensado desde a fase de projeto, presumindo, dentro do admissível, o comportamento que o edifício vai ostentar, tentando assim minorizar e gerir da melhor forma possível a cadência de intervenções futuras.

Na figura 2.2 encontra-se um esquema, de forma simplificada, o conceito de reabilitação e manutenção.

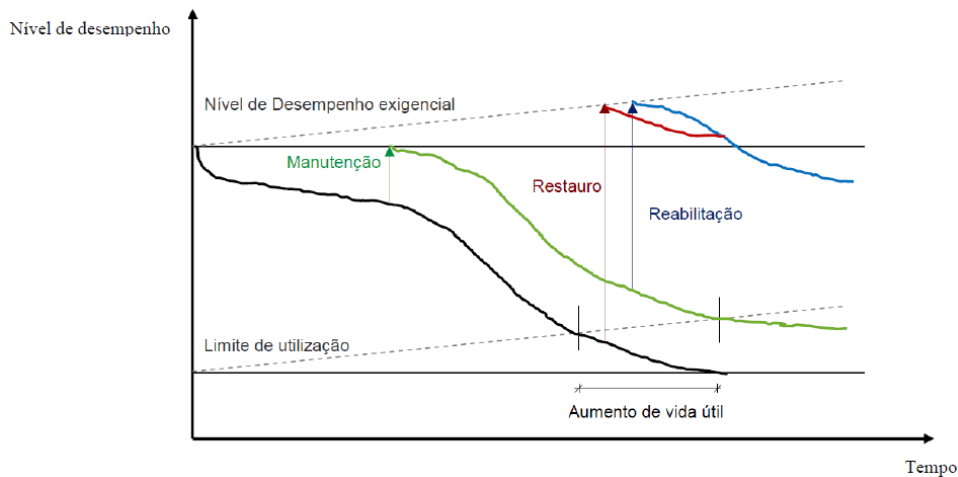


Figura 2.2 - Reabilitação/Manutenção (Coelho, 2016)

Fazendo-se uma análise à figura 2.2 constata-se que, um edifício onde não haja qualquer tipo de intervenção acaba por salientar mais rapidamente o seu estado de degradação. Assim sendo, com a concretização de manutenções periódicas vai-se conceder ao edifício um aumento da sua durabilidade.

Concluindo-se assim que com a simples manutenção o edificado, volta ao seu nível de desempenho exigível, enquanto com uma reabilitação este passará a categoria de desempenho exigível. Por outras palavras empregam-se-lhe os níveis de requisitos de um edificado novo.

O restauro surge quando o edifício, já excedeu o limite de utilização exigível pelos utilizadores, que inicialmente abrange um nível de desempenho superior ao estabelecido, mas que com a disposição a alcançar os níveis de desempenho projetados.

Na reabilitação é essencial a existência de coadjuvação entre os vários setores da construção, conseguindo assim se tirar mais-valias com a partilha de conhecimentos de forma a se obter uma melhor estruturação de ações de intervenção mais elementares,

Citando (Jorge, 2015):

“Com este intuito, em Portugal, foi desenvolvido o projeto da InovaDomus com a designação “Cooperar para Reabilitar” com o objetivo de promover a reabilitação. Para tal foram definidas duas ações principais que se completam: “a cooperação em rede como fator dinamizador da reabilitação” e a “Reabilita concept by InovaDomus”. Cada uma define um conjunto de atividades, sendo o primeiro caso direcionado à cooperação em rede de empresas, enquanto a segunda ação é relativa ao desenvolvimento de linhas orientadoras para a realização de ações de reabilitação. Foram criados 16 “Guias para a Reabilitação” e apresentado um caso de estudo (InovaDomus, 2013).”

Para além do projeto da InovaDomus existem outras entidades e ações que contribuíram para a disseminação de informações na área da reabilitação. Tais como, Encore – Encontros sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios realizados pelo LNEC, em que a sua última edição foi em 2013, e os PATORREB, Conferência sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, realizados pela FEUP, em que a sua última edição foi em 2015.

Como tal devido a essas preocupações ambientais, políticas e económicas, a melhor solução a adotar é o prolongamento da vida útil dos edifícios.

2.2.1 Tipos de Manutenção

As ações de manutenção de um edifício solicitam contentar as necessidades inerentes dos seus usuários, para que avalize o seu bem-estar, com um desenvolvimento acrescido caso se trate de edifícios habitacionais.

Uma medida essencial para reduzir a quantidade e a necessidade de manutenção durante o emprego de um edifício começa na fase de estudos e projetos, através da escolha de materiais e soluções construtivas apropriadas, antevisão do desempenho do edifício em utilização e preparação de manuais de utilização e manutenção.

A construção de edifícios sem que seja necessárias intervenções de manutenção durante o seu período de vida útil é um objetivo muito ousado e de difícil realização.

Hoje em dia é cada vez mais possível a melhoria do desempenho de um edifício através de da implementação de um sistema de gestão, permitindo assim uma minimização dos custos, prolongamento do tempo de vida útil e condicionando a degradação prematura do mesmo, através de ações de manutenção.

A adoção de ações de manutenção obedece à estratégia definida, que tem por base critérios técnicos e preferencialmente apoios numa gestão integrada ou sobriamente pelo proprietário/ utente com ou sem diretriz técnica.

Vários autores defendem que a manutenção a ser implementada nos edifícios devem ser três:

- ✓ A corretiva;
- ✓ Pró-ativa;
- ✓ Integrada.

2.2.1.1 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva é a mais primária das manutenções, que corresponde a um estado inicial do conhecimento, pode também por vezes ser reconhecida como manutenção resolutive, curativa ou reativa. Compreende em deixar operar o mecanismo de deterioração do elemento e depois interceder com ações de reparações de anomalias. Associada a este tipo de manutenção permanece o risco de segurança.

Este tipo de intervenção acarreta custos acrescidos ao edificado, ainda, que a curto prazo, possa parecer menos onerosa. A redução destes custos passa inevitavelmente pela implementação de procedimentos técnicos, que têm como base rotinas de diagnóstico rápido e fichas de interveniência que permitam a obtenção de rápidas respostas da solução para as anomalias dos elementos circundando a gestão da informação.

A constituição de uma base de dados é um passo importante, para uma melhor divulgação destes procedimentos *standard*, que desperte uma atuação oportuna perante o estado de degradação dos edifícios, para impulsionar, simultaneamente, uma ação reconstituída de atuação, encaixada nas subsequentes ações fundamentais:

- Identificação dos sintomas;
- Concretização do diagnóstico;
- Anulação das causas;
- Realização das ações corretivas;
- Supervisão.

Uma sugestão de metodologia a empregar a uma estratégia corretiva, envolve cinco fases, a qual se refere:

- Averiguação do carácter urgente ou prioritário de operação;
- Descrição do método de atuação;
- Determinação de intervenção;
- Fiscalização e execução do trabalho e atualização/registo de dados.

Em primordial estudo, as intervenções corretivas aparentam uma resolução favorável. Contudo e com base em práticas de investigação de edificações, comprova-se que este modelo de intervenção expõe várias complexidades específicas, tais como:

- A constante falta de procedimento de reclamação leva a intervenções tardias e por conseguinte deterioração do estado de conservação do edifício;
- Complexidade em facultar os meios suficientes para responder aos pedidos, em tempo útil, tendo necessidade de recorrer a empreitadas, com o análogo acrescento de custos não prognosticados;
- Em resultado de ordenações não planeadas, há a obstáculos de interceder perante mais do que uma interposição com carácter indispensável;
- Averigua-se complexidade ou inabilidade em harmonizar as intervenções com os meios disponíveis, tornando-se indispensável apelar a trabalhos em horas excepcionais, com os casuais sobrecustos;
- Tratando-se de intervenções dispendiosas, são desencadeadas no seguimento de exigências dos utentes, a falta de denúncia leva à crescente deterioração de elementos, não evidente aos olhos do vulgar cidadão, o que pode ser vital na deterioração e diminuição do tempo de vida útil do edifício;
- Em factos peculiares, em que os usuários sobrevalorizam o bem-estar interior das casas, em dano da perspectiva da preservação da envolvente, progride a falta de reclamações e, naturalmente, de intervenções.

Citando (Flores, 2002):

“Esta estratégia de manutenção de carácter reativo provoca uma maior perda de desempenho dos edifícios e provável agravamento de custos a longo prazo, o qual não favorece a qualidade de vida dos seus utilizadores e o bom estado de conservação do parque habitacional.”

(Rodrigues, 1989), defende que a manutenção corretiva necessita de ser dividida em manutenção urgente, manutenção de pequena intervenção e grande manutenção.

Trata-se de configurações de atuação diferenciadas, no entanto apesar da falta de prevenção, as fundamentais diferenças estão na competência e rapidez de meios de atuação, receção, inspeção, definição da solução, concretização, diagnóstico e controlo, onde cada uma delas tolera de uma boa aptidão de gestão de informação.

Alguma entidade consciente pela gestão de um edifício deve ostentar metodologias predefinidas de maneira a flexibilizar a habilidade de esclarecimento perante uma necessidade de intervenção. Necessita desde logo circunscrever fichas de restauro para a solução definida mediante o diagnóstico realizado.

Estas fichas de restauro necessitam compor-se de elementos como: ações prévias, materiais, equipamentos e tipo de mão-de-obra, modo de concretização e o procedimento de fiscalização necessário.

Depois de cada interveniência de restauro necessitam de ser efetuados registos de informação, fichas de interveniência, onde precisa saber-se informações do arranjo da patologia, nomeadamente, o tipo de arranjo, data, custo, duração e controlo da eficácia do arranjo.

Como tal, a implementação do procedimento da manutenção corretiva, reconhecerá determinar numa metodologia onde se evidência os subseqüentes fatores:

- Regras de interveniência;
- Administração de informação;
- Inspeção e controlo;
- Meios de atuação disponíveis.

Com apoio no diagnóstico da patologia e seguinte determinação da resolução a adotar é fundamental definir critérios de interveniência de atuação direta ou não. O critério a esclarecer deve observar hipóteses mediante a organização em causa, tais como:

- Atuação direta;
- Espera até aparecer atuações idênticas e que fundamentem a intervenção;
- Espera até fundamentarem desmedida intervenção;
- Espera, dado que já está prognosticada numa ação de grande intervenção;
- Introduzir na programação de atividades na data mais ordinária.

2.2.1.2 Manutenção Pró-Ativa

O incitamento da manutenção pró-ativa nasceu após a aplicabilidade da estratégia da manutenção corretiva. Esta é apreciada como uma opção em relação à segunda, dado ao aumento da complexidade de gestão de edifícios e custos associados. Logo, é elucidada como limiar superior em analogia à estratégia corretiva, que possibilita corrigir imperfeições com base em atributos pré-patológicos, isto é, sem que seja comprometido o desempenho do edifício.

Este tipo de estratégia de manutenção tem como fundamento o planeamento de intervenção, ou seja, antes da ocorrência de anomalias, acabando por reduzir a probabilidade de um dado elemento exibir deteriorações que induzam ao seu desempenho subseqüentemente das exigências estabelecidas.

Com suporte em vários autores, esclareceu-se que este tipo de manutenção pode-se subdividir em outros três distintos que são:

- Manutenção preventiva ou sistemática;
- Manutenção preditiva ou condicionada;
- Manutenção de melhoramento.

A manutenção preventiva possibilita a diminuição de trabalhos excepcionais e conjuntamente reduzir a interferência das atividades de manutenção sobre o frequente emprego do edifício. Tratando-se assim de uma estratégia que implica a necessidade de caracterização dos diversos tipos de operações a realizar.

O planeamento do tipo de operações, que devem ser realizadas deve ser preferencialmente definido na fase de projeto, pois há conhecimento do tipo de elementos que constituem o edificado. Sendo assim o planeamento do tipo de operações de manutenção deverá começar pelos elementos, tendo como término o planeamento integrado, isto é o planeamento das operações de manutenção de todo o edificado.

A realização deste tipo de metodologia prevê a manutenção como sendo uma etapa do edifício, onde são abrangidas diversas atividades, que acarretam custos e movimentam recursos.

Esta estadista de manutenção deseja recuperar o nível inicial de capacidade dos elementos construtivos, o qual é hipoteticamente impossível de adquirir, uma vez que, a duração dos materiais estabelece um impedimento para alcançar esse nível. Assim, sempre que se estruturam as operações de manutenção, importa catalogar cada uma delas com a situação de desempenho dos mesmos. A supervisão local cooperará muito, através de ensaios laboratoriais ou/e *in situ*, para avaliação do comportamento/desempenho do constituinte.

Todavia, por razões económicas é vantajoso otimizar a frequência das operações, mediante o grau de desempenho expectável dos constituintes de um edifício, pelo que se reconsidera necessário acreditar a qualidade ao delimitar o nível de desempenho dos mesmos.

Segundo a definição dos custos, da ocasião e da frequência de cada operação de manutenção, por intermédio das fichas de inspeção, é possível passar o planeamento para um cronograma financeiro e através desse elaborar um orçamento, com os respetivos custos associados a manutenção do edifício.

O período de controlo do planeamento e orçamento, regularmente descuidada ou diminuída, assume grande saliência neste tipo de estratégia, sabido que a falta de controlo do previsto e o desconhecimento do procedimento real do constituinte em estudo provoca custos imprevisíveis, que colocam em causa a autenticidade e eficácia da estratégia seleccionada.

CAPÍTULO 2

O estudo de registos e o procedimento dos mesmos, através de um processo empreendedor, contribuem para a aperfeiçoamento contínuo de todo o sistema de gestão da manutenção admitindo:

- A avaliação da eficiência das operações e técnicas de intervenção;
- A adequabilidade das frequências calculadas para as operações;
- A avaliação dos desvios de custos e o acerto do orçamento.

Além do mais este tipo de estratégia compreende as duas fases importantes para este tipo de atividade:

- ✓ Fase de projeto: inclui a análise do mesmo, com recolha de dados, elaboração do planeamento de suporte e orçamento;
- ✓ Fase de utilização: efetua-se o controlo do planeamento e do orçamento, com recorrência a registo e atualização de dados.

Sempre que se detetem irregularidades não previstas, procede-se segundo o fluxograma da intervenção reativa.

A partir da estratégia preventiva pode-se realizar um planeamento das operações de manutenção e custos, diminuindo o incómodo da realização dos trabalhos não calculados. Esta permite ainda uma melhor satisfação dos utilizadores, já que atua geralmente antes dos problemas sucederem, possibilitando assim uma otimização dos custos e recursos associados. Mas em contrapartida, impõe uma pesquisa desde a fase de projeto, com definição de critérios de apoio e um autodomínio do planificado, com progressos contínuos.

Caso não se suceda ocorre o risco de a estratégia definida não se ajustar com a realidade,

Citando (Flores, 2002):

“Perante as dificuldades descritas anteriormente, a implementação de uma estratégia de manutenção preventiva e perante a necessidade de introduzir novas ações de carácter preventivo, pretende-se utilizar a estratégia designada preditiva, que se baseia no planeamento de inspeções aos elementos.”

Quanto ao planeamento das inspeções este deve ter como base os dados de projeto, identificando os constituintes a inspecionar, quais as atividades de inspeção, a sua duração prognosticada e frequência aconselhada, em função da durabilidade média dos elementos construtivos. Este tipo de tarefa deve examinar a regulamentação, as recomendações dos fabricantes e outra documentação que seja essencial à prática desta.

No decurso das inspeções da situação dos constituintes, um método de manutenção preditiva estipula na avaliação de critérios praticáveis dos diversos elementos do edifício, face a sinais de anomalias e de

pré-patologia. Estes últimos surgem antes da deteção observável das anomalias, constando os primordiais marcas de mudança nas características do constituinte.

Os indícios de pré-patologia detêm tendência a aumentar de intensidade, à medida que desenvolve o grau de deterioração, até ao fim da vida útil do elemento, isto é, até este atingir o seu estado de limite de rotura funcional e físico. Na circunstância dos elementos não estruturais do edifício em estudo, a identificação destes sinais é mais complexa e sem grande utilização. Por exemplo, quanto aos revestimentos exteriores, seria proveitoso a avaliação, ao longo do tempo, da carência de elasticidade, da limitação de permeabilidade, da privação de tonalidade ou dos deslocamentos parciais dos constituintes. Na execução, como os métodos de deteção deste género de fenómenos não se deparam razoavelmente desenvolvidos, o estudo limita-se, para este tipo de manutenção, à comprovação do aparecimento observável das anomalias.

No decorrer das inspeções, deve apresentar nos dados reunidos todo o histórico das intervenções e elementos de projeto, com a antevisão do comportamento expectável dos elementos, níveis desejados de qualidade e outros dados importantes para a análise. Todo o esclarecimento colaborará para um eficiente diagnóstico da condição atual do elemento e uma apropriada definição da configuração de atuação.

Esta estratégia abarca as etapas de projeto e de utilização, à parecença da estratégia preventiva. Na fase de projeto, subsistem as seguintes fases de atuação:

- Apreciação do projeto com recolha de informações e preparação do planeamento base de inspeções.

No período de emprego, é estimado o estado dos elementos, durante cada inspeção, e definido a forma de laboração para resolver a(s) anomalias (s) ou indícios de pré-patologia. Por final, é executado o controlo do trabalho, o registo, o procedimento de dados e a atualização do sistema.

O método solicita ampliar a capacidade de determinação de quando e onde é indispensável uma intervenção, com diminuição do número de anomalias inesperadas e com mais fácil implementação.

Contudo, é essencial a definição de um método de diagnóstico vigoroso durante a inspeção, com a definição correta da condição do constituinte. Subsiste ainda a necessidade otimizar os montantes das inspeções, relativamente aos custos das reparações resultantes, de forma que aqueles sejam satisfatórios para disponibilizar os recursos essenciais à aquisição de uma informação correta e eficiente.

Este modelo de estratégia conjetura a composição de estudos da manutenção, prontamente na fase de projeto, com dados de apoio e uma fiscalização exigente do organizado, com atualização persistente, conforme já referenciado para a estratégia preventiva.

O método de melhoramento solicita realizar melhorias na recuperação do edifício, durante a exploração do edifício, com a finalidade de impedir a deficiente funcionalidade dos elementos.

A utilização de novas soluções propende a ser aplicada com bastante frequência, facultado o progresso tecnológico no estudo de recentes materiais e soluções mais desenvoltas.

No País é comum a aplicação de soluções empregadas em outros países, tal como ocorre com soluções de revestimentos de paredes exteriores. Muitos destes revestimentos necessitam de estudos científicos sobre o seu comportamento em serviço, dado que é praticável analisar diferentes procedimentos do expectável, quando aplicados no nosso País. No caso de utilização dos novos materiais ou sistemas de revestimentos, os técnicos responsáveis necessitam mencionar o desempenho nos estados de serviço e dar parte do retorno da informação.

É perceptível que com esta estratégia, o nível inicial de qualidade e a longevidade da vida útil do elemento construtivo eleve. Naturalmente o comportamento de decadência é diferente, já que é identificada e aplicada uma solução mais duradoura.

A seleção da opção mais adequada compromete a identificação de todas as características técnico-económicas das prováveis opções, relativamente com a preferência existente. Presentemente ainda se repete a tarefa de fiscalização do trabalho, o registo e o comportamento de dados.

Portanto, finda-se que a estratégia de melhoramento expõe vantagens e desvantagens. Como enorme vantagem, detemos o facto de possibilitar a melhoramento das características iniciais do constituinte, elevando a sua vida útil.

Como desvantagem mais considerável, pode-se referenciar o facto de não haverem por vezes dados satisfatórios para uma correta análise, em consequência dos novos materiais, geralmente, não deterem um perfil do respetivo comportamento *in situ* a longo prazo. O custo também é usualmente mais distinto. Ainda os condicionalismos locais podem impossibilitar o emprego de determinada estratégia de aperfeiçoamento, até que apoiada após análise técnico-económica, pela não antevisão de certos sistemas flexíveis na fase de projeto.

Com os requisitos socioeconómicos da sociedade atual e com suporte nos progressos tecnológicas, é indispensável a implementação de medidas estratégicas de manutenção mais exigentes e eficazes para empreendimentos de superior dimensão e complexidade, com recurso a soluções informáticas convenientemente configuradas.

2.2.1.3 Manutenção Integrada

A manutenção integrada, bastantes vezes apelidada por outros autores por manutenção evoluída, é a mais atual e progredida estratégia de gestão de edifícios pois une em simultâneo ações e informações

de intervenções de manutenção corretiva, bem como de manutenção pró-ativa, através de técnicas de gestão integrada.

Este método deseja desenvolver métodos apropriados a cada elemento construtivo no sentido de otimizar aspetos económicos e sociais, retornando as operações de manutenção mais infalíveis, de modo a acompanhar os requisitos e dominação da qualidade de desempenho sucessivo das edificações.

O núcleo de informática presenteia diferentes sistemas incluídos que veem sendo executados por agentes conscientes, em exercício das aptidões para organização do banco de dados e pelo controle das atividades de manutenção que são disponibilizadas pelos meios dos sistemas.

Independentemente das vantagens proporcionadas pelos sistemas de informáticos incluídos perante a gestão de edifícios estão associados possíveis problemas que necessitam de ser identificados. As questões fundamentais que se averiguam durante a implementação de um sistema adaptado são:

- A quando de uma instalação de sistema gera-se obstáculos às alterações estabelecidas, em função da apreensão por parte de elementos de equipa, durante o tempo de implementação;
- Gera-se uma certa dependência sobre o sistema. O não funcionamento acidental do sistema pode impedir todo o seguimento e a firmeza no equipamento deve ser elevado, pelo que, precisa também ser sustentado o sistema manual;
- O pessoal requer formação para uma melhor realização das tarefas que lhe foram propostas e isto carece de tempo. É corrente que durante a fase de formação sejam cometidos erros, a fim de que precisarão de ações de formação prática e este tipo de formação deverá ser realizado por pessoal com especialização na área de formação.

No global pode-se afirmar que o sistema integrado é uma ferramenta de gestão que precisa de ser empregada de forma inteligente e a quando do seu conhecimento pleno podem-se obter excelentes resultados, ou naturalmente consegue ser utilizado de forma inadequada, obtendo-se maus resultados, o que não trás qualquer tipo de benefício.

A estratégia em análise tem sido objeto de vários estudos, em função da relevância que lhe é conferida na área de manutenção, primitivamente na indústria e ultimamente na área predial.

A base de dados do projeto necessita de ser evolutiva para que haja saídas para os planos de manutenção, com os vários tipos de estratégias abordados ao longo do tempo, diagnósticos recentes e organização dos recursos técnicos e económicos.

O plano de curso de informações precisa de ser elaborado com base numa conceção de analogias múltiplas entre as diferentes fases, o que possibilita uma gestão de manutenção completa com a

CAPÍTULO 2

atualização frequente das informações, através do seu diagnóstico, planificação, planos de manutenção e saída.

Através da informatização dos processos de implementação de ações de manutenção solicita-se diminuição de custo, maximização de recursos e aperfeiçoamento da gestão da organização dos serviços, conceção de históricos de constituintes, simplificar a deteção de problemas persistentes, melhor estimativa dos custos associados à manutenção e assim ser possível uma tomada de decisão assertiva, cooperando para o melhor funcionamento do sector da construção civil.

CAPÍTULO 3

PATOLOGIAS

A investigação das patologias tem vindo a ter, cada vez mais importância no setor da construção civil. Esta atualmente é bem mais complexa, quer devido a maior complexidade das construções correntes, quer a nível de desenvolvimento da sociedade e ao aumento das exigências. Como tal os profissionais da área deparam-se com o aumento da procura, e com isso a necessidade de desenvolver o seu conhecimento relativo a esse tema.

As patologias podem ter cinco causas, origem humana, física, biológica, química e desastre natural.

As patologias de origem humana podem ainda se subdividir em mais três:

- Fase de conceção do projeto;
- Fase de execução em obra;
- Fase de utilização.

É ainda de referir que podemos ter patologias de carácter estrutural e de carácter não-estrutural.

Os estudos dos casos de patologias, bem como o registo e a divulgação dos erros de construção, são essenciais para a melhoria da qualidade das construções e para uma mais fácil resolução das patologias futuras.

3.1 PATOLOGIAS NAS FACHADAS

As fachadas são elementos integrantes do envoltório dos edifícios, como tal estas desempenham um papel muito importante a nível arquitetónico, em que muitas das vezes são o elemento responsável pela valorização do espaço envolvente. Visto que são elementos expostos continuamente às ações climáticas, a deterioração dos seus elementos de revestimento é mais acelerada, o que pode originar patologias.

As patologias concedem ao edifício uma perda de funcionalidade e bem-estar, cujos efeitos podem ser:

CAPÍTULO 3

- Disfuncionalidades no interior do espaço de habitação, muitas vezes associados a infiltrações de água;
- Problemas de segurança para os utilizadores e peões, relacionados com a probabilidade de queda de elementos de revestimento;
- Desvalorização do edifício, diminuindo assim o conforto dos utentes e valor patrimonial.

Tal como são exigidos requisitos para a estrutura, o mesmo sucede com os revestimentos de forma que seja prolongado o seu tempo de vida útil. Uma das principais exigências são, proteção dos parâmetros verticais às ações dos diferentes agentes agressivos, acabando por ter de resistir eles próprios a esses agentes.

Algumas das propriedades a que devem obedecer as fachadas são:

- Estanqueidade à água (revestimento + paramento);
- Planeza, isto é, a verticalidade e regularidade da superfície;
- O efeito decorativo;
- Estado de limpeza.

Com a criação do PATORREB, é possível um melhor fundamento na escolha da metodologia de diagnóstico e ação, o que permite fundamentar a seleção dos revestimentos na fase de projeto. Além do mais permite um melhor apoio às intervenções de manutenção e reabilitação na fase de exploração de maneira a extinguir ou minorar as eventuais patologias diagnosticadas.

Mas para que tudo isto seja possível, é necessário numa fase inicial caracterizar o comportamento dos revestimentos para as condições específicas em serviço.

Os aspetos que podem caracterizar o comportamento dos revestimentos são:

- A vida útil expectável;
- Os mecanismos de degradação;
- Os níveis de qualidade;
- As principais patologias;
- Operações de manutenção para que sejam garantidas as exigências mínimas durante a vida útil dos edifícios.

Para que ocorra processo de deterioração é necessário tempo para que se possa desenvolver até atingir a rotura funcional e física, o que acaba por tornar evidente a relevância do estudo de patologias e seu diagnóstico para que seja definida a estratégia de manutenção.

“As patologias de carácter não-estrutural dos processos construtivos podem ocorrer sob formas muito diversificadas, relacionadas, quer com as partes dos edifícios atingidas e as funções das mesmas que são afetadas, quer com a natureza dos materiais e técnicas de construção utilizadas, quer ainda com a origem, as causas e os períodos de ocorrência das anomalias” (Paiva, 1985)

Tipos de patologias que se podem formar nas fachadas:

- Humidade;
- Fendilhação e fissuração;
- Eflorescências e criptoflorescências;
- Biodeterioração;
- Perda de aderência;
- Perda de coesão;
- Erosão;
- Sujidade;
- Defeitos em peitoris.

3.1.1 Humidade

A água é a causa de deterioração que mais afeta os materiais de alvenaria. A sua frequência no interior do poro da estrutura de revestimento ou da parede pode resultar em estrago, se o material estiver submetido a ciclos de molhagem/secagem ou gelo/degelo.

O tipo de patologia associada a água é assim a causa primária e secundária de muitas, pois a existência de humidade nas fachadas torna-se inevitável em épocas chuvosas, ou de humidade relativa do ambiente. Esta última por vezes pode não se tornar muito evidente, mas está sempre presente em algum grau nos materiais de construção, sendo que se torna naturalmente aceitável até determinados níveis.

Este tipo de fenómeno pode se manifestar, com o aparecimento de um teor de água superior ao desejado num revestimento, seja na sua superfície (acabamento), ou até mesmo na própria massa (reboco). O fenómeno da humidade apresenta-se muitas vezes sob a forma de manchas, mais ou menos permanentes, dependendo assim da quantidade de água que se encontra retida na massa do revestimento ou no seu acabamento. Por vezes pode-se manifestar em forma de “gotas” sobre a superfície do revestimento.

Muitas vezes a humidade pode ser responsável, quando associada a outro fator ou ela própria, por diversas degradações dos materiais constituintes, entre os quais se deve dar ênfase:

- Deterioração de pedras de cantaria, em especial no caso de calcários brandos, com destruição progressiva do material por ciclos sucessivos de formação e desagregação de crostas superficiais que se vão soltando da camada subjacente;
- Rotura de certos materiais porosos, devida à congelação da água, com aumento de volume, no interior dos seus poros, ou às tensões internas geradas nos mesmos quando o entumescimento que acompanha a sua molhagem é restringido por outros materiais circundantes;
- Corrosão de metais e o apodrecimento de madeiras e de outros materiais orgânicos eventualmente incorporados na parede.

A humidade tem várias formas de se manifestar, que se encontram normalmente associadas à sua origem, tornando-se assim uma das principais patologias.

Serão agora referidas algumas das formas de obtenção de patologias devido à humidade:

- *Humidade de Construção* – a sua proveniência é a água utilizada para a execução e aplicação do revestimento e começa a provocar danos a partir do instante em que lhe é permitida uma perfeita evaporação através da superfície do material. Esta só se dá a aparecer já nas etapas finais da construção, além do mais este fenómeno tem mais preponderância, a quando da realização dos acabamentos sem que antes seja assegurada a devida secagem dos suportes sobre os quais serão aplicados.
- *Humidade do Terreno* – esta pode surgir através de capilaridade, através da estrutura porosa do material, isto significa que o solo tem um nível freático a superfície, não foram realizadas ou não se encontram bem delimitadas as barreiras (corte Hídrico). Podem reunir-se diversos fenómenos patológicos, tais como a deterioração de materiais sensíveis à humidade, descolamentos de revestimentos e formação de eflorescências.
- *Humidade de Precipitação* – segundo (Paiva, 1985), define como:

“A forma como essa penetração se verificará depende de vários fatores, uns intrínsecos aos materiais e elementos de construção – porosidade, existência de juntas ou fissuras, ausência ou funcionamento incorreto dos dispositivos de recolha e evacuação da água das chuvas, etc. – e outros extrínsecos àqueles – intensidade da precipitação, ação do vento, gravidade, etc.”.

Sendo assim é relevante se o material constituinte apresenta elevada permeabilidade à água, possibilitando a passagem através dos poros, de fendas, ou de remates deficientes.

- *Humidade de Condensação* – este tipo de patologia encontra-se associado a existência do vapor de água gerado no interior do edifício, uma causa possível para esta ocorrência é a deficiente ventilação, ou mesmo a falta dela. Pode ocorrer no interior dos revestimentos ou superficialmente. Condensações superficiais, desenvolvimento de bolores e fenómenos de termoforese, ou condensações internas, redução das características de isolamento térmico, em especial quando são afetadas eventuais camadas de isolamento térmico existentes nesses elementos.
- *Humidade fenómenos de higroscopicidade* – segundo (Paiva, 1985), define como:
“A higroscopicidade é a propriedade que os materiais porosos têm para, quando colocados no estado seco num meio ambiente com uma dada humidade relativa, reterem nos seus poros uma certa quantidade de humidade existente no ambiente, até se atingir uma situação de equilíbrio, dita de equilíbrio higroscópico, com esse ambiente.”
- *Humidade devida a causas fortuitas* – humidade de origem accidental exemplos: rotura de canalização, entupimento de caleiras, deficiência de remates da cobertura e etc. A forma como se manifesta é através de focos pontuais de humidade próximas da origem.

3.1.2 Fendilhação e Fissuração

Pode-se considerar como fendilhação qualquer abertura longitudinal que atravessa toda a espessura do revestimento, por vezes advindo a rompê-lo, tornando possível distinguir bem as duas partes do elemento construtivo. Já a fissuração é elucidada como toda a abertura longitudinal curta com desenvolvimento discreto, afetando somente a superfície do revestimento.

A distinção mais comum entre estas é que a fissura é mais estreita e nunca afeta o limite do “corpo” em estudo.

Citando (Silva, 2003):

“O fenómeno da fissuração em elementos de construção sem função estrutural é cada vez mais frequente, sendo conhecidas as suas consequências em termos de desempenho das construções e dos custos da sua reabilitação.”

As fissurações podem ocorrer devido a causas intrínsecas e extrínsecas. A causa mais importante é a retração do betão, que pode ocorrer durante uma fase inicial, após a construção do edifício. A origem desta ocorrência está nas reações químicas acompanhadas da expansão de certos materiais.

As extrínsecas abrangem-se, os movimentos diferenciais das construções instigados por instabilidades dimensionais de origem térmica, e de origem hídrica. O assentamento de fundações e deformações dos

suportes. Ações dinâmicas a que o conjunto do edifício ou os vários elementos constituintes podem ser sujeitos.

As causas de fendilhação e fissuração associadas ao reboco podem ser, retração do reboco, dilatação e contrações higrotérmicas, gelo, deficiente dosagem na execução da argamassa, espessura inadequada do revestimento.

O suporte pode ter patologias associadas a fendilhação e deslocamento de suporte e absorção excessiva.

Podem ainda assim existir outro tipo de causas como por exemplo, devido a concentração de tensões junto a aberturas, corrosão de elementos metálicos (ligadores, canos, redes metálicas).

3.1.3 Eflorescências e Criptoflorescências

Este tipo de patologia é indicado pela formação de uma substância de aparência cristalina ou filamentosa, regularmente de cor esbranquiçada e que aflora à superfície transformando o aspeto visual do revestimento.

Entende-se como *eflorescência* quando os sais cristalizam na superfície exterior do revestimento. *Criptoflorescência* é quando os sais cristalizam antes de chegarem a superfície, em alguma cavidade do material.

Para existir ocorrência deste tipo de patologia é essencial que haja em simultâneo os seguintes fatores condicionantes, a humidade, sais solúveis nos materiais quer constituintes, quer do suporte e claro a pressão hidrostática para favorecer a migração da solução para a superfície.

A oscilação de temperatura, a existência de vapor de água e a diminuição da humidade relativa no ar, são fatores que podem encaminhar a um aumento na concentração da solução e por consequência favorecimento dos sais. A ocorrência de cristalização dos sais sobre a superfície vai depender do grau de solubilidade de cada composto e claro da quantidade de água presente para dissolver.

A origem desta patologia está na porosidade do material e coeficiente de absorção, já que estas são características facilitadoras de mais ou menos quantidade de água que possa atravessar o material, o que perfaz com que se acelere ou atrase a incidência desta patologia.

Segundo (Magalhães, 2002):

“Em função do tipo de sal que cristaliza, podem tipificar-se as eflorescências: as que são compostas por carbonatos (cálcio, magnésio), por sulfatos (cálcio, magnésio, potássio, sódio), por cloretos (cálcio, magnésio, potássio) e por nitratos (potássio, sódio, amónio).”

As criptoflorescências são das patologias mais danosas nos compostos, visto que podem afetar a vida útil do elemento, devido a ocorrência possível de impulsos sobre a camada de material que cobre a cavidade, que pode tender a desagregar-se. Podem ainda assim originar uma mudança de equilíbrio de humidade. Já as eflorescências, não são o verdadeiro problema patológico, visto que neste caso a solução ou os cristais atravessam a camada de pintura porosa, trata-se de um fenómeno superficial e não origina problemas na durabilidade do material.

Pode-se dizer que as causas mais prováveis das eflorescências são, a presença prolongada de humidade, sais solúveis presentes nos revestimentos, no suporte ou na água infiltrada e cal não carbonatada.

3.1.4 Biodeterioração

A Biodeterioração é um fenómeno ao qual estão associados organismos ou microrganismos que atacam e degradam os materiais, que deterioram as superfícies de revestimento, quer apenas pela sua presença, quer pelo ataque ou produtos químicos que expelem.

As origens dos microrganismos podem ter variadas proveniências, através do solo, ar (transporte por meio do vento), insetos, aves entre outros, depositando-se assim nas superfícies dos revestimentos, fendas, fissuras e vazios existentes neste, onde depois se podem multiplicar conforme o seu tipo de metabolismo, disponibilidade dos nutrientes e condições climatéricas da zona onde se encontra o edifício. Para que estes sejam favorecidos são necessárias algumas condicionantes físico-químicas e ambientais, das quais se destacam, pH do suporte, humidade, temperatura, iluminação e oxigénio.

As várias atividades industriais, urbanas e humanas vão dando origem a libertação diária de grandes quantidades de poluentes, estes quando em contacto com humidade, podem favorecer o crescimento e proliferação dos diversos microrganismos sobre os revestimentos das fachadas, contribuindo assim para a sua deterioração significativa.

A ocorrência deste tipo de patologias é favorecida quando:

- Prolongamento da presença de humidade;
- Inexistência de ventilação;
- Deficiente iluminação (fachadas a norte);
- Acumulação de pó, terra e sujidade na superfície do revestimento;
- Acumulação de poluentes resultantes da atividade industrial;
- Elevada porosidade do revestimento.

3.1.5 Perda de Aderência

Este tipo de patologia consiste no destacamento do revestimento do seu suporte, em que os casos mais correntes ocorrem sobre os materiais cerâmicos. Nos rebocos a perda de aderência entre este e o suporte, ou mesmo entre si, pode manifestar-se em três fases, deslocamento, abaulamento e destacamento da camada de reboco.

Um meio de identificação do deslocamento é pelo seu som cavo que se ouve, quando o reboco é submetido a percussões. Este têm um maior destacamento quando este se separa totalmente do suporte, sendo perfeitamente visível a sua falta no conjunto da fachada.

Quando o reboco se encontra prolongadamente exposto a presença de água no seu suporte dá origem ao abaulamento. No micro espaços intermediários entre o suporte e o revestimento, podem conter sais e estes quando em contacto com a água dilatam-se. Este tipo de fenómeno produz impulsos perpendiculares ao plano de interface entre camadas, que depois pode ultrapassar a capacidade de aderência, provocando assim o descolamento.

Segundo (Martins, 2005):

“A existência de movimentos diferenciais entre o suporte e o revestimento, as deformações numa mesma direção ou em sentidos opostos, podem provocar a rotura por corte da ligação entre os mesmos e o descolamento do reboco.”

As deficiências de execução dos revestimentos por norma estão associadas a perda de aderência, essas deficiências têm como origem:

- Excesso de água na amassadura;
- Falta de humedecimento conveniente do suporte;
- Falta de limpeza da superfície a ser revestida;
- Falta de rugosidade do suporte;
- Excessiva espessura do revestimento;
- Composição pouco adequada da argamassa.

As causas de perda de aderência são:

- Presença de humidade e sais;
- Dilatações e contrações térmicas;
- Movimento do suporte;
- Erros de execução do revestimento;

- Elevada permeabilidade à água do suporte;
- Insuficiente permeabilidade ao vapor de água do revestimento.

3.1.6 Perda de Coesão

A caracterização da perda de coesão resulta da desunião dos componentes do revestimento, seguida por uma apreciável perda das partículas que o compõem, passando assim a ser um material frágil e suscetível à degradação. Sendo as causas mais prováveis para o aparecimento desta patologia as seguintes:

- Humidade seguida de cristalização de sais;
- Reboco fraco, sem dureza superficial;
- Ação de microrganismos e organismos;
- Reação química entre os materiais que constituem os revestimentos e os compostos naturais ou artificiais contidos no meio ambiente.

3.1.7 Erosão

O fenómeno denominado de erosão pode provocar o desgaste do revestimento ou destruição, originando a perda do material ou, simplesmente, a transformação da superfície do revestimento, sem que obrigatoriamente haja desaparecimento de parte do material, mas sim apenas uma alteração do seu aspeto ou textura exterior. Este tem como base a ação erosiva dos agentes mecânicos, físicos e químicos.

Algumas das causas associadas a este tipo de fenómeno são:

- Humidade;
- Esforços mecânicos de natureza diversa;
- Ações físicas dos agentes atmosféricos;
- Perda de coesão.

3.1.8 Sujidade

A sujidade é o tipo de patologia mais corrente nos edifícios, assinalada pelo recobrimento dos revestimentos com poeiras, fuligem e outras partículas poluentes que existem em suspensão na atmosfera.

A água da chuva atua nesta situação como agente de limpeza, conduzindo o pó que existe na superfície dos revestimentos. Tal como é conveniente, também se pode tornar inconveniente, originando acumulações visíveis de sujidades em algumas zonas da fachada, isto quando arrasta ao longo da superfície as partículas que aí estão depositadas, formando-se depois caminhos preferenciais de escoamento, de aspeto desagradável.

Segundo, (Martins, 2005):

“Todas as superfícies horizontais (ou com pequena inclinação) tem tendência para acumular lixo e poeiras nas estações quentes e secas, que serão posteriormente arrastados pela água das chuvas. A quantidade desta água suja que irá atingir as superfícies verticais das paredes depende, em grande parte, da geometria das superfícies horizontais.”

A textura do revestimento, os elementos protetores da fachada existentes ou falta deles e a orientação da fachada em relação aos principais agentes climáticos, são o tipo de condicionantes da gravidade deste tipo de patologia. Sendo as suas causas mais prováveis, oriundas de escoamento da água da chuva, ação do vento e textura superficial do revestimento (rugosidade).

3.1.9 Defeitos em Peitoris

Os peitoris são condicionados pelo material constituinte, pela geometria e pelo seu modo de execução, isto relativamente ao seu desempenho, já quanto a sua diversidade esta é enorme e não se poderá sistematizar com facilidade.

Tratam-se de pontos singulares das alvenarias, quando são mal planeados quanto à sua geometria e composição podem ser geradores de infiltrações ou até mesmo originar caminhos preferenciais para a água da chuva, impedindo assim as paredes onde se integram de satisfazer algumas das funcionalidades exigidas.

3.2 PATOLOGIAS NAS COBERTURAS

O revestimento de coberturas inclinadas (RECI) pode ter variadas formas como por exemplo, curvo, plano, ondulado, trapezoidal ou misto (combinação das anteriores). Na figura 3.1 apresentam-se alguns exemplos do tipo de coberturas.



Figura 3.1 – Exemplos dos tipos de coberturas existentes

Na inspeção de uma cobertura, devem-se ter em conta os seguintes aspetos:

- Limpeza;
- Estado dos tubos de queda e algerozes;
- Verificação da secção;
- Fixação e estado de degradação dos rufos;
- Inclinação do telhado em função do tipo de revestimento;
- Estado de degradação da estrutura;
- Existência de elementos de revestimento quebrados ou fragilizados;
- Encaixe entre elementos de revestimento;
- Verificação do nível de ventilação.

Na figura 3.2 pode-se ver pormenorizadamente o mecanismo de penetração da água em revestimentos descontínuos.

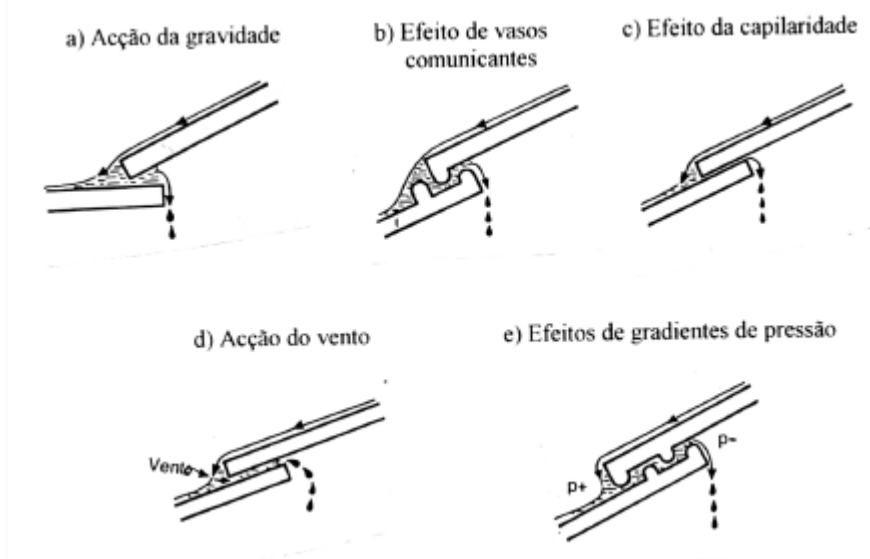


Figura 3.2 – Mecanismos de penetração de água em revestimentos descontínuos de cobertura (Hélder Branco, IST)

Nas coberturas inclinadas temos dois tipos de revestimentos, os de pequenos elementos (telhas, soletos, etc.) que podem conter problemas de infiltração que surgem nas zonas singulares, patologias de reparação mais dispendiosas e falta de ventilação. Os de grandes elementos em que os problemas são semelhantes aos dos pequenos revestimentos e 60% surge em zonas localizadas, como sejam a má fixação dos elementos de revestimento que representa cerca de 10% das patologias existentes.

Os tipos de patologias nas coberturas podem se dividir em dois os da zona corrente e os das zonas singulares.

Quanto as patologias na zona corrente dos revestimentos que têm um peso de 40% podem ter origem nos seguintes fatos:

- Rotura ou fissuração;
- Deformação acentuada;
- Sobre posição insuficiente (juntas transversais/longitudinais);
- Inexistência de complementos de vedação (juntas);
- Inadequação de anilhas vedantes de peças de fixação;
- Corrosão;
- Condensações.

Já as patologias na zona localizada dos revestimentos têm um peso de 60% podem ter origem nas seguintes zonas:

- Cumeeiras;
- Remates laterais e inferiores;
- Paredes emergentes;
- Juntas de dilatação;
- Platibandas;
- Caleiras e pontos de drenagem;
- Atravessamentos da cobertura por tubagens;
- Soleiras de portas;
- Embasamentos de suporte de aparelhos ou equipamentos.

Na tabela 3.1 são referidos os tipos de revestimentos exteriores de coberturas inclinadas existentes.

Tabela 3.1 – Tipos de revestimentos exteriores de coberturas inclinadas

Tipo de Revestimento	Denominação
Pétreo natural	Ardósia Granito Xisto
Pétreo artificial	Telha cerâmica Telha de microbetão Fibrocimento/Naturocimento
Metálico	Aço inoxidável Alumínio Cobre Zinco
Plástico	Acrílico (polimetacrilato de metilo) Policarbonato PRFV (poliéster reforçado com fibras de vidro) PVC (policloreto de vinilo)
Misto	Chapas Compostas Painéis sandwich Telhas asfálticas Telhas metálicas

3.2.1 Condensações

Este tipo de patologia ocorre sempre que o vapor de água se encontra presente no ambiente interior do edifício e entra em contacto com uma superfície cuja temperatura seja igual ou inferior ao ponto de orvalho análogo à concentração do vapor de água no ar. Entende-se por ponto de orvalho quando a água passa do estado gasoso para o líquido.

Normalmente as condensações ocorrem principalmente no Inverno, tanto em zonas localizadas como nas zonas correntes. Estas têm maior incidência quando estamos perante deficientes ventilações e isolamentos térmicos, podem ocorrer também quando a barreira de vapor é inexistente ou tem descontinuidade.

Este fenómeno atinge maior relevância em coberturas localizadas em zonas climáticas com baixas temperaturas ou em locais interiores com grande produção de vapor de água, tais como balneários, cozinhas e piscinas.

A ventilação é um elemento relevante da cobertura, como tal não deve ser menosprezada, pois esta componente é fundamental para a renovação de ar, isto é, transferências de ar quente e húmido existente no interior por ar mais seco oriundo do exterior, diminuído assim o risco de condensações internas.

Esta anomalia contribui assim para uma maior degradação das coberturas, contribuindo para a redução das características do isolamento, deterioração de elementos metálicos existentes e aglomeração de água nos elementos de suporte dos revestimentos.

As condensações contribuem ainda para a formação de manchas, retenção de poeiras e desenrolamento de fungos e bolores.

3.2.2 Deformações Acentuadas do Revestimento

As patologias associadas as deformações acentuadas devem-se essencialmente a assentamentos na estrutura de suporte, uma das causas deste tipo de anomalia é a estrutura de suporte não ter capacidade resistente para resistir as solicitações a que se encontra sujeita. A estrutura por vezes pode não ter sido bem dimensionada, a sua execução pode não ter sido realizada corretamente, falta de manutenção da estrutura e também devido assentamentos ao nível da fundação.

Quando se está perante uma estrutura de suporte de madeira essa deformação vai dar origem a infiltrações, abertura de juntas, resultando disso um agravamento do estado de conservação dos elementos estruturais, que futuramente iram dar origem a um ciclo de degradação.

A deformação ocorrida em coberturas de plástico tem muitas vezes como origem o excesso de calor no interior do edifício.

3.2.3 Desalinhamento de Elementos do Revestimento

A quando da realização do revestimento na cobertura deve ser tida em conta o seu alinhamento, tendo em consideração a geometria e o espaçamento do ripado, onde a execução necessita ser rigorosa e honrar os valores de projeto.

A colocação dos materiais de revestimento deve ser executada paralela à extremidade e não pela cumeeira, sendo realizada pela cumeeira apenas os acertos e os remates devem ser realizados com acessórios adequados.

Este tipo de patologia tem origem na formação de descontinuidades e juntas nos elementos de revestimento, visto que se tratam de pontos onde é favorável a infiltração.

3.2.4 Desprendimento/Descolamento de Elementos de Revestimento

Este tipo de anomalia ocorre com maior frequência em coberturas com inclinações acentuadas, elementos que não foram colocados corretamente ou que se desagregam e em elementos que não são portadores de fixação, a ação que origina este tipo de ocorrência é o vento.

Citando (Sousa, 2003):

“Quando não são respeitados em conjunto os fatores pendente, extensão da sobreposição e grau de exposição da cobertura, ou quando existem elementos de fixação deficientes ou degradados, a ação do vento é especialmente responsável pelo levantamento das telhas ou chapas.”

O meio de fixação mecânica dos elementos à estrutura suporte escolhido é muito importante tanto nas coberturas com grau de inclinação elevado, como nas correntes.

Muitas das vezes as ausências e desprendimentos dos elementos, colocam em contacto direto a cobertura com a água da chuva, originando assim à degradação dos materiais de isolamento quando existam e a estrutura de suporte. Podendo ainda dar origem ao aparecimento de patologias no interior do edifício.

3.2.5 Acumulação de Detritos

A acumulação de detritos e outro tipo de materiais nos revestimentos colabora para o advento de vegetação parasitária que prejudica o bom funcionamento da cobertura, dificultando assim o

escoamento das águas pluviais. Por consequência podem ocorrer formações de zonas de acumulação de águas pluviais, o que pode resultar em infiltrações. Esta patologia pode ocorrer em qualquer zona da cobertura, nas zonas correntes assim como nos pontos de ventilação ou até mesmo nos elementos de drenagem de água.

À quem defenda a seguinte situação, quando ocorre a acumulação de detritos pode existir a ocorrência de animais (pombos) na cobertura, cuja ação (fezes, cadáveres e restos de ninhos) danificam a capacidade de escoamento da superfície, especialmente em zonas menos inclinadas, nomeadamente nos beirados, caleiras e em embocaduras de tubos de queda.

Nos revestimentos cerâmicos, os efeitos dos ácidos provenientes de resíduos animais ou outros, estão relacionados ao aumento da porosidade dos mesmos, sem, no entanto, expor a sua durabilidade, e, nos materiais metálicos e mistos, colaboram para o aparecimento de fenómenos de corrosão, quer de elementos de revestimento, quer de elementos de fixação.

A aglomeração de sujidade nas coberturas com revestimentos cerâmicos provoca a variação da tonalidade dos elementos, na medida em que os torna mais escuros, levando a um incremento da quantidade de calor de radiação produzido na cobertura e à decadência das condições de conforto térmico.

Assim, de modo a ser minimizar o amontoado de detritos e asseverar o bom funcionamento de uma cobertura, torna-se imprescindível a realização de ações de manutenção regulares, que abrangerão a limpeza de detritos em geral suscetíveis de deterioração das coberturas.

De acordo com (APICC, 1998):

“A periodicidade de tais operações nas zonas correntes do revestimento deverá ser no mínimo anual. Por outro lado, as operações de desobstrução dos pontos de ventilação e do sistema de evacuação de águas deverão ter uma periodicidade semestral.” (APICC, 1998)

3.2.6 Corrosão

A corrosão é dos primários processos de degradação do revestimento metálico, esta patologia pode apresentar-se superficialmente (embranquecimento, alteração de cor, manchas, escorrimentos, empolamentos e destacamentos), profundas (picadas/perfurações, diminuição da espessura do elemento, perda de elementos ou de partes destes e fissuras/fraturas).

A corrosão pode ocorrer entre dois metais que consiste no desenvolvimento de uma diferença de potencial que gera um fluxo de corrente elétrica que quando se encontra presente a água, incita a transferência de eletrões de um elemento para o outro, onde o elemento em que ocorre a corrosão é o que cede eletrões, pois o elemento que os recebe não sofre qualquer tipo de alteração.

Esta pode ocorrer também apenas num elemento, esta situação acontece quando o material se encontra exposto à humidade, temperatura, pH, concentração de oxigénio ou de outros tipos de agentes corrosivos, ou devido ainda à sua heterogeneidade da microestrutura do metal. A heterogeneidade pode prestar-se a dois processos, o de fabrico ou de soldadura.

Este tipo de patologia, não ocorre apenas no exterior, pode ocorrer na superfície interior do revestimento que se encontra relacionada com a condensação, este pode se tornar mais gravoso quando em regiões com temperaturas mais baixas, ou até mesmo em locais onde ocorra produção de vapor de água. É mais corrente a corrosão através da superfície interior, que através da superfície exterior.

Segundo (Fontinha, et al., 2004):

“O comportamento à corrosão varia consoante o material metálico, sendo que o aço inoxidável e o cobre são os metais mais resistentes. O estado da superfície do revestimento (existência de camadas de proteção anticorrosiva, tipo de acabamento da superfície) é um dos fatores do qual depende o comportamento à corrosão.”

Citando (ASM, 1989):

“A corrosão do zinco é muito lenta devido à formação de produtos de corrosão protetores, na sua superfície, nomeadamente óxidos e carbonatos básicos, que retardam a ação da corrosão. Por outro lado verifica-se uma corrosão acelerada deste material em meios neutros e ácidos (pH < 6) e em meios alcalinos (pH > 12,5), em consequência da dissolução dos produtos de corrosão formados.”

O revestimento do zinco pode sofrer três tipos de corrosão uniforme, localizada por picadas e bimetalica. A primeira é uma corrosão generalizada que progride praticamente à mesma velocidade em toda a superfície, já a segunda corrosão conduz à formação de cavidades no material, a partir da superfície. A terceira e última só ocorre quando o zinco se encontra em contacto com outro metal, mais precisamente o cobre ou o aço inoxidável.

O cobre apesar de ser um metal nobre, não deixa de ser um metal que quando não se encontra protegido pode desenvolver uma superfície de corrosão que é originada pelo contacto com a água e ar não poluídos, em meios ácidos não oxidantes e pouco arejados e nos meios salinos. Esta situação torna-se mais gravosa quando o material entra em contacto com ácido oxidante, enxofre, amoníaco e outros compostos.

Quando ocorre a formação de uma camada de produtos de corrosão (patina) aderente à superfície do material e esta é muito compacta, acaba por proteger o cobre dos agentes agressivos existentes, acabando assim por conferir a este uma resistência a esta patologia.

A formação de uma camada de produtos de corrosão (patina) aderente à superfície do cobre e muito compacta protege-o dos agentes agressivos e confere resistência à corrosão.

Segundo (ASM, 1989):

“Os revestimentos em cobre podem sofrer corrosão uniforme e nalgumas condições específicas, corrosão localizada por picadas. Os latões com teor em zinco superior a 15% podem sofrer corrosão seletiva através da deszincificação (remoção do zinco da liga Cu-Zn) e as ligas de cobre-alumínio com mais de 8% de alumínio podem sofrer corrosão seletiva por desaluminização - remoção do alumínio.

O alumínio apresenta uma velocidade de corrosão muito elevada em meios aquosos ácidos ($\text{pH} < 4$) e em meios aquosos alcalinos ($\text{pH} > 8,5$). Em meios neutros, ocorre a formação de uma camada de óxidos protetora, na sua superfície, que conduz à sua passivação.”

O alumínio, quando entra em contacto direto com o betão ou argamassas frescas, pode ter influência na velocidade de propagação da corrosão deste material, no caso de o pH destes materiais (betão e argamassas frescas) ser ácido ou alcalino. Para além de sofrer uma corrosão uniforme, pode vir também a sofrer de corrosão bimetálica, quando em contacto com os outros materiais metálicos anteriormente mencionados.

3.2.7 Descasque/Esfoliação/Escamação

O descasque é uma patologia que pode ocorrer em diversos materiais de revestimento, como os seguintes, cerâmico, microbetão e metálico (quando pintado), isto pode ocorrer mesmo quando estes materiais são ensaiados à resistência ao gelo, isto se durante a sua aplicação não for registada a ocorrência de ventilação ou arejamento. Este requisito tem maior relevância nas telhas de microbetão, pelo simples facto de estas terem uma ondulação mais pequena, o que acaba por tornar mais difícil a ventilação.

A ventilação deficiente na superfície interior dos elementos dificulta o seu tempo de secagem em situações de ocorrência de chuva e humidade no ambiente. Tornando-se mais grave após a saturação dos materiais que estão expostos ao ciclo gelo-degelo. O que acontece neste tipo de situação é que dado o processo moroso de secagem, poderá ficar retida água nos poros existentes do material, que passará para o seu estado sólido (na ocorrência de temperaturas negativas), aumentando assim o volume do material podendo assim depois manifestar-se esta patologia.

Entende-se assim a relevância de uma boa ventilação, de forma que seja garantido o equilíbrio entre o revestimento e o meio envolvente, ou seja que permita a troca de calor e de humidade entre o exterior e o interior dos revestimentos na cobertura.

Segundo (APICC, 1998):

“As cumeeiras e rincões fixados com argamassa revelam-se zonas críticas para a ocorrência de descasques, na medida em que, tendo a argamassa um processo de secagem mais lento e estando em contacto com os elementos, desempenha a função de humidificador destes, o que significa que a argamassa prolonga as condições de humidade, deixando os revestimentos mais sujeitos aos ciclos gelo-degelo.”

Para uma melhor resolução deste tipo de patologia, consiste na utilização de acessórios e materiais onde seja permitida uma boa ventilação das cumeeiras e rincões de maneira a que seja prolongado o seu ciclo de vida.

A ardósia é um material de revestimento de cobertura, bastante reconhecido pela sua impermeabilidade há água, isto é não absorve tanta percentagem de água como as outras matérias cerâmicas. Como tal a patologia associada á ardósia não é dependente de uma boa ou má ventilação.

O descasque ocorre na ardósia, por esta ser um material que tem facilidade em soltar lascas, em virtude do seu processo de formação na natureza. Quando os elementos de ardósia não são devidamente calibrados e polidos, as pequenas fissuras existentes abrem-se facilmente, dano assim origem a escamação.

A corrosão nos materiais metálicos e misto pode dar origem a uma esfoliação das camadas de proteção, esta ocorre quando a existe uma pressão sobre os produtos de corrosão. Já a esfoliação derivada da corrosão ocorre de forma paralela à superfície e em diferentes camadas, esta corrosão ocorre na estrutura dos grãos do material e tem uma forma volumosa, como tal isso vai originar a separação das camadas que sofrem essa mesma ação, acabando por dar origem ao empolamento e destacamento.

3.2.8 Desenvolvimento de Vegetação Parasita/ Colonização Biológica

O desenvolvimento deste tipo de patologia está associado a um escoamento deficiente das águas pluviais e à estagnação da mesma em algumas zonas da cobertura. Esta dará origem a humidades, acabando assim por existir uma evolução de microrganismos biológicos e vegetação, sendo a sua fonte de sustentação a radiação solar.

Esta patologia não tem local específico para a sua ocorrência, podendo assim aparecer em zonas correntes, como nos elementos de drenagem de água assim como nas zonas de ventilação.

Alguns peritos defendem que a ocorrência de musgos e verdetes existentes na cobertura devem-se também a uma deficiente ventilação dos revestimentos, ocorrendo assim por vezes em planos, como beirados, caleiras e embocaduras de tubos de queda.

A melhor forma de se evitar a ocorrência desta patologia é com a realização de manutenções regulares, que consistirão na eliminação de vegetação, de maneira a que não seja essa a causa mais evidente da sua degradação. Como trata-se de uma ação de limpeza, esta deve ser realizada pelo menos uma vez ao ano. Já as operações de desobstrução dos sistemas de drenagem e ventilação deverão ocorrer semestralmente.

3.2.9 Alteração de Cor/ Diferenças de Tonalidade

A alteração de cor pode ocorrer inicialmente durante a cozedura das telhas, em situações normais de atmosfera óxi-redox ou gradientes de temperatura, tendo como resultado final a variação de tons associados ao processo de fabrico. Este tipo de diferenças de tonalidade, não coloca em causa o revestimento em si, desde que as suas funcionalidades não sejam alteradas durante o seu processo de fabrico.

Para coberturas em que não sejam necessários tirar partido da estética da mesma, não é considerada anomalia a diferença de tonalidade, mas no caso em que a estética é uma exigência, pode sim este processo ser considerado uma anomalia, dando assim a que se tirem conclusões precipitadas.

A diferença de tonalidade na cobertura ocorre muitas das vezes quando são realizadas intervenções na cobertura, exemplo disso é a alteração de telha cerâmica, elementos que já se encontram deteriorados são substituídos por outros, contribuindo assim para o efeito inestético.

A diferença de tonalidade associada às ardósias é derivada ao aparecimento de manchas na superfície, devido à alteração mineralógica ferrosa existente neste elemento, que acabam por se transformar em óxidos e hidróxidos ferrosos com varias tonalidades, exemplos: amarelados, castanho-avermelhados, castanhos ou vermelhos (ferrugem).

Nos revestimentos metálicos esta patologia caracteriza-se pela formação de uma camada corrosiva que afeta sobretudo os materiais que não têm uma proteção anticorrosiva. As primeiras alterações ao material metálico são a perda de brilho e formação de produtos de corrosão que dão a origem á alteração de cor. Dependendo do material metálico este pode ter resultados diferentes de alteração de cor.

O aço quando em corrosão apresenta uma tonalidade castanho-alaranjado, o cobre altera a sua cor para castanho-avermelhado, preto ou verde, já o zinco e o alumínio obtêm cinzento-claros.

Por vezes a corrosão pode desempenhar um papel positivo, quando a camada de corrosão é uniforme, aderente e pouco solúvel, sendo assim apenas considerada uma patologia estética, não alterando mais as caraterísticas essenciais do material. Mas quando esta patologia não é uma camada de proteção, isto

é quando não é uniforme, esta pode ser considerada uma anomalia que pode dar origem a situações irreversíveis no material. A corrosão nos materiais metálicos já foi abordada no 3.2.6.

A alteração de tonalidade é pouco frequente em metais como o aço inoxidável e o alumínio anodizado, com exceção das zonas em que atmosfera se encontra bastante poluída (ambientes corrosivos).

Nos elementos plásticos, a alteração de cor manifesta-se pela perda de capacidade de translucides ou transparência, característica primária à iluminação natural dos espaços interiores adjacentes cuja exigência ditou a escolha deste tipo de material. Nas chapas de policarbonato, esta patologia assinala-se pelo desenvolvimento de colónias de fungos, que tem como origem a infiltração de água nos alvéolos.

3.2.10 Degradação/ Oxidação (envelhecimento)

A degradação nos revestimentos plásticos origina a sua fragilidade e perda de translucides, está essencialmente associada à sua exposição solar.

A degradação do fibrocimento está associada a deterioração da matriz cimentícia que acaba por dar origem a pequenas libertações de fibras presentes no material. Esta patologia leva à perda de resistência do material.

3.2.11 Fratura/ Fissuração

A fissuração tem como consequência a perda de estanquidade do revestimento. A deficiente ventilação ou a sua ausência podem também dar origem à fendilhação a quando da ocorrência de geada. Os ciclos gelo-degelo, pelas suas variações de temperatura dão origem a variações volumétricas no revestimento, que por sua vez provocam a rutura do material cerâmico. Sendo que o revestimento pode ainda sofrer cargas significativas que originam a sua fracturação. A patologia pode ser derivada da corrosão de elementos, impactos como queda de objetos, granizo, movimentação sobre o revestimento, vandalismo ou até mesmo carregamentos excessivos oriundos da ligação à fixação de equipamentos.

Segundo (Appleton, et al., 1993): “A movimentação diferencial do suporte pode conduzir à fissuração / fratura do RECI.”

A fissuração oriunda da fixação de elementos á cobertura pode ter como origem fixação rígida ou fixação folgada, quando perante variações bruscas de temperatura, provoca tensões internas que levam à rotura do revestimento.

3.2.12 Defeitos nas Fixações

As patologias nas fixações provocam problemas graves de infiltrações na cobertura. Estas podem ter várias origens, sendo algumas as seguintes:

- Corrosão das fixações ou das anilhas;
- Movimentações volumétricas;
- Deformações da estrutura de suporte;
- Aperto insuficiente ou excessivo;
- Inadequação ou ausência de anilhas vedantes;
- Elementos fora do eixo de furação;
- Colocação de fixações excessivas;
- Ausência de fixações;
- Incapacidade mecânica para resistir às ações solicitadas.

3.2.13 Defeitos nos Remates

Os remates nos revestimentos de coberturas são pontos com bastante fragilidade, que quando são mal-executados, acabam por comprometer a funcionalidade do elemento.

As patologias mais singulares nestes revestimentos são:

- Cumeeiras;
- Rincão;
- Remates nas ligações das vertentes;
- Beirado;
- Beiral;
- Remate com algeroz ou platibanda;
- Remate lateral;
- Remate com claraboias;
- Chaminés;
- Tubagem de ventilação;
- Paredes emergentes;
- Caleiras;
- Larós;
- Suporte de equipamentos;

- Juntas de dilatação.

Muitas vezes a execução incorreta de alguns remates, principalmente na cumeeira e rincão, é aplicada de forma excessiva a argamassa, com objetivo de aumentar a estanqueidade, dá origem ao oposto, isto é, origina a retenção de humidade na argamassa e ventilação insuficiente do intradorso do revestimento. Nos elementos que atravessam a cobertura, nos remates é amudado a sua conceção deficiente por ausência dos devidos acessórios, prática construtiva inadequada, manutenção deficiente, entre outras, que acabam por levar a um vasto leque de patologias.

Segundo (APICC, 1998):

“Os remates com elementos emergentes (chaminés, janelas e clarabóias) nas coberturas são geralmente executados recorrendo a rufagem com chapas metálicas ou com bandas flexíveis autocolantes realizadas com materiais sintéticos, eventualmente reforçados com metais.

Os remates com paredes emergentes paralelas ou transversais às águas das coberturas são geralmente executados por sistemas de rufagem com chapas metálicas.

No caso dos revestimentos cerâmicos e de microbetão, a parte inferior das telhas dos beirais deve ser assente sobre uma ripa de altura corrente acrescida da espessura de uma telha (tábua de barbante) ou sobre uma ripa dupla.

A execução de beirados deve ter em conta o tipo de telha da zona corrente da cobertura e possuir uma inclinação entre 8 e 10% de modo a permitir o escoamento das águas pluviais e a ventilação da cobertura.”

Nos casos em que existam caleiras, a parte inferior do revestimento deve sobrepor-se cerca de 7 a 8 cm, de maneira a que se evite prejuízos para a estrutura da cobertura e infiltrações para o interior do edifício.

3.2.14 Deterioração ou Inexistência dos Cordões de Estanqueidade

Os cordões de estanqueidade são componentes substanciais à manutenção da estanqueidade de uma cobertura para que estas não se integrem como elementos frágeis à entrada das águas pluviais. O tipo de material que é utilizado mais correntemente nos cordões de estanqueidade são as bandas betuminosas e as mástiques.

A deterioração ou ausência dos cordões de estanqueidade, leva a que a cobertura perca a sua funcionalidade, pois sem este elemento a água tem maior facilidade em entrar, acabando por degradar o revestimento, a estrutura de suporte e as áreas adjacentes a esta.

3.2.15 Sobreposição Insuficiente ou Excessiva

A cobertura só garante a sua primeira grande funcionalidade, quando à uma correta execução das juntas entre elementos constituintes do revestimento. Tanto a sobreposição excessiva como a insuficiente acabam por comprometer a sua estanqueidade, isto porque quando é excessiva tem-se um desperdício de recursos, inadequada solução construtiva às condições ambientais a que a cobertura necessita. Já na insuficiente acaba por ser o caso mais gravoso pelos problemas de perda de estanqueidade, acabando assim por existir contacto frequente com a água e a principal função da cobertura ser destituída.

A execução do revestimento desta forma desigual origina assim graves fragilidades na cobertura face às chuvas, acabando por se tornar mais notável a quando da existência de vento contra o revestimento.

Segundo (APICC, 1998):

“As sobreposições dos elementos de revestimento devem obedecer aos valores de recobrimento transversal e longitudinal e do número de unidades a colocar por m², fornecidas pelos fabricantes, para cada modelo e tipo de revestimento.

A Associação Portuguesa dos Industriais da Cerâmica de Construção (APICC, 1998) define os valores médios dos recobrimentos a adotar nos revestimentos cerâmicos, calculados segundo o método normalizado na norma NP EN 1024. Nestes revestimentos, a diferença entre os valores médios calculados e os valores de recobrimento na execução devem ser inferiores a 2% (NP EN 1304, 1999), sob pena de não existir uma sobreposição adequada dos elementos que garanta a estanqueidade e o correto funcionamento da cobertura.”

3.2.16 Defeitos no Sistema de Isolamento Térmico

A patologia associada ao isolamento térmico da cobertura pode estar relacionado com vários aspetos, sendo os principais, a má conceção destes elementos ou a sua degradação precoce, ausência de proteção às chuvas e condensações internas, que acabam por fragilizar esta componente. O deficiente funcionamento do isolamento acaba por ter como consequência a degradação das condições de habitabilidade nos espaços subjacentes à cobertura, acabando por ter um impacto significativo em vários parâmetros como o aumento dos gastos energéticos relacionados com aquecimento/arrefecimento do interior do edifício. Um exemplo desses defeitos é uma cavidade no isolamento térmico que leva ao desempenho deficiente da cobertura, pela conceção de uma ponte térmica.

3.2.17 Defeitos na Ventilação

A deficiente ventilação pode originar várias patologias, onde as mais comuns são o descasque, escamação e esfoliação do revestimento por ação do ciclo gelo-degelo, difundir o rápido desenvolvimento biológico, maior suscetibilidade à ocorrência de condensações, ineficiência energética, degradação da habitabilidade dos espaços adjacentes, deterioração e perda de funcionalidade da estrutura de suporte e restantes componentes, devido ao prolongado contacto com a água.

Segundo (APICC, 1998):

“A deficiente ventilação pode provocar descasque por ação gelo-degelo (no caso dos revestimentos de ardósia, cerâmicos e de microbetão), desenvolvimento de musgos e verdete, maior possibilidade de condensações e a degradação das estruturas de suporte.

Na fase de utilização, é importante a efetivação de manutenções semestrais, tendo em vista a desobstrução dos pontos de ventilação”.

3.2.18 Inclinação Excessiva ou Insuficiente

A deficiente pendente de uma cobertura afeta o escoamento das águas pluviais, acabando por permitir a sua penetração, ou deslocamentos do revestimento.

A um pendente insuficiente está associada a acumulação de detritos e a fixação dos agentes biológicos. Revestimentos com maior porção de juntas, como os soletos ou as telhas, esta patologia apresenta maior gravidade, devido a maior facilidade de penetração da água. A uma pendente excessiva está associado o despendimento de alguns elementos construtivos da cobertura e possível deslizamento dos mesmos.

Segundo (Gómez, et al., 2006) “..., a inclinação mínima em chapas metálicas com nervuras inferiores a 30 mm deveria ser 7% ...”

3.2.19 Intervenções Deficientes ou Incorretas

As intervenções deficientes ou incorretos estão relacionados com as práticas construtivas desapropriadas face à existência de anomalias ocorridas anteriormente. Estas intervenções desadequadas estão normalmente associadas à aplicação de telas asfálticas no revestimento que se encontra fraturado, fissurado ou em singularidades, para que se possa colmatar a perda de estanqueidade da cobertura. Este tipo de solução corretiva leva à existência de uma nova patologia, pois a tela impossibilita a ventilação da cobertura e perde muito facilmente a aderência ao suporte, permitindo a que exista penetração das águas pluviais. O emprego de mástiques nas juntas de revestimentos fraturados ou fissurados é também uma prática corrente, sendo uma solução incorreta.

CAPÍTULO 3

Subsiste um conjunto de reparações inadequadas face a patologias presentes na cobertura que não se constituem como uma opção viável.

Segundo (Aguar, et al., 1997)

“As intervenções deficientes em coberturas estão associadas a trabalhos de reparação inadequados que consistem na aplicação de elementos de revestimento com formato ou dimensão incompatível com os pré-existentes.”

CAPÍTULO 4

CASO DE ESTUDO

Os temas abordados até aqui tiveram como finalidade a consolidação de alguns conceitos que irão ser explorados no caso em estudo, para que neste capítulo seja mais fácil a compreensão de alguns termos usados e haja uma melhor integração das patologias nele.

4.1 LOCALIZAÇÃO

O Centro de Formação Profissional da Indústria da Construção Civil e Obras Públicas do Norte (CICCOPN) funciona nestas instalações desde 1990, as instalações implantam-se num terreno com a área de 9 hectares, acessíveis quer pela EN 14, quer por um arruamento público a nascente como se pode ver na figura 4.2.

Na figura 4.1 temos a entrada principal não muito perceptível da EN 14.



Figura 4.1 – Entrada principal do Centro de Formação Profissional da Indústria da Construção Civil e Obras Públicas do Norte (CICCOPN) (Google maps,2017)



Figura 4.2 – Vista aérea do CICCOPN com os respetivos pontos de entrada (Google maps,2017)

Na tabela 4.1 encontra-se descrito as áreas e tipos de instalações existentes no CICCOPN

Tabela 4.1 – Descrição das instalações do centro de formação

Descrição	Área (m ²)
Áreas:	
Área Total	85.468,00
Área Coberta	11.468,00
Área de lazer dos formandos (aquário)	216,00
Área exterior de formação	29.339,00
LGMC (Laboratório Geotecnia e Materiais de Construção)	880,67
Refeitório	413,46
Instalações	
Número de salas	35
Número de oficinas	9
Sala polivalente	1
Auditório	1
Biblioteca	1
Casa Pedagógica	1

As salas de aula têm uma lotação prevista para 20 formandos e a sua área varia entre 70 a 90 m²

Na figura 4.3 apresenta-se a área de implantação de cada edifício existente.

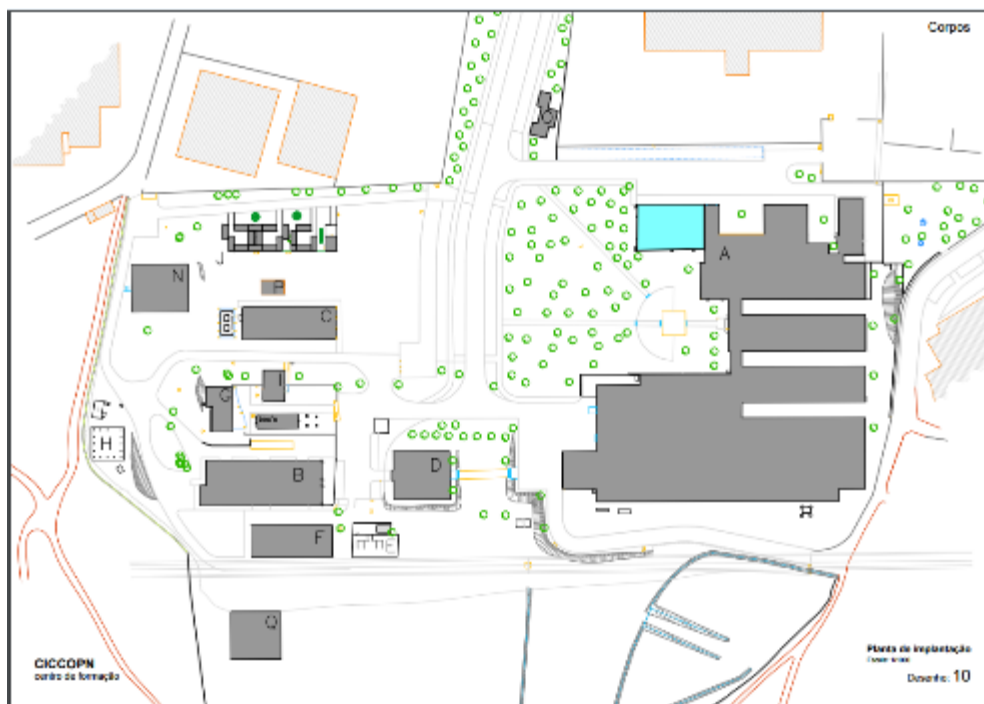


Figura 4.3 – Área de implantação dos edifícios existentes

Em seguida apresenta-se uma pequena legenda da figura 4.3:

Bloco A – Edifício Principal;

Bloco B – Cantaria;

Bloco C – Gás;

Bloco D – Recinto Desportivo;

Bloco E – Central de Betão;

Bloco F – Estaleiro;

Bloco G – Canalização;

Bloco H – Práticas Simuladas;

Bloco I – Casa Pedagógica;

Bloco J – Instalações Residenciais;

Bloco N – Parque de Máquinas;

Bloco P – Salas de Formação.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS

O primeiro passo do processo do estudo de diagnóstico realizado ao edifício, foi conhecer a história do mesmo, o seu processo construtivo e as intervenções já efetuadas. Esta informação foi fornecida pela Direção do CICCOPN e pelas pessoas envolvidas direta ou indiretamente na sua realização.

Dada a ligação privilegiada que o Centro tem à área da construção, tendo inclusive oficinas de eletricidade, canalização, gás, cantaria e carpintaria onde se desenvolve formação, são feitas com alguma frequência intervenções de manutenção no edifício. Estes trabalhos de manutenção incidem fundamentalmente nas infraestruturas elétricas, canalização, revestimentos (colocação frequente de ladrilhos cerâmico nas paredes exteriores e interiores dada a sua queda frequente) e cobertura (infiltrações de água frequentes pela cobertura).

Em 2010 foi feita uma grande intervenção na cobertura. O revestimento inicial da cobertura eram placas de fibrocimento, tendo sido posteriormente, na sua maioria, substituído por painel sandwich.

O tipo de fundação do edifício é também causa para alguns assentamentos diferenciais observados no mesmo, que deram origem a fissuração em alguns elementos construtivos. Tendo sido já alvo de monitorização de forma a analisar a sua extensão. O corpo A encontrasse dividido em vários ensoleiramentos gerais. Na figura 4.4 encontra-se delimitado a cor tijolo cada um dos ensoleiramentos (quatro plataformas a cotas distintas) que depois se encontram ligados a um corredor principal delimitado a cor verde que assenta sobre outro ensoleiramento. O ensoleiramento prolonga-se, para lá das paredes envolventes do edificado cerca de 1,16m.

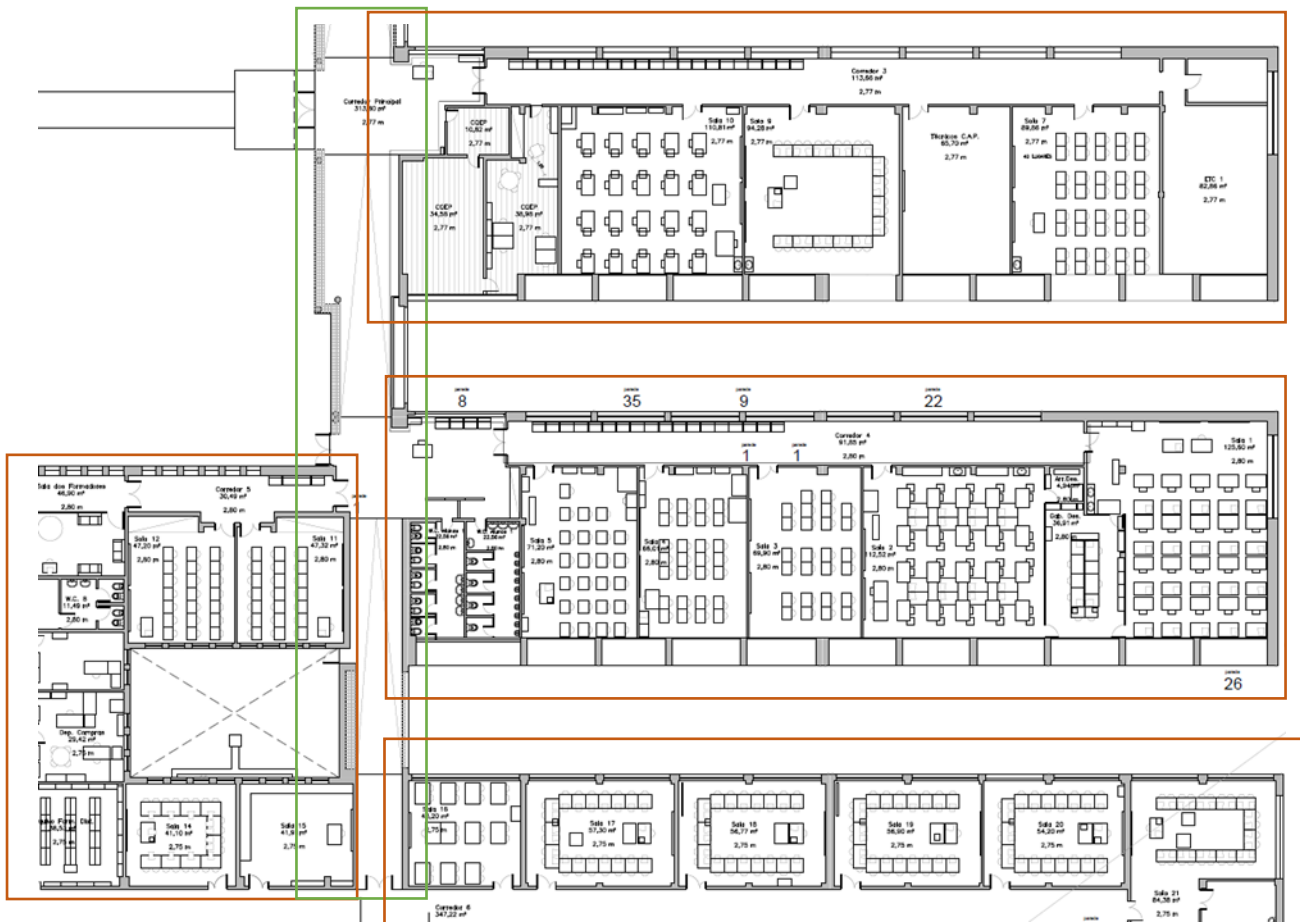


Figura 4.4 - Ilustração do tipo de fundação existente no CICOPN

A inspeção técnica teve dois momentos, primeiramente foram feitas várias visitas ao edifício de forma a registar todas as patologias presentes, tendo esta informação sido registada nas fichas de inspeção e posteriormente foram realizados sondagens e ensaios em algumas situações onde se detetaram ser sistemática a ocorrência de patologia.

Durante a inspeção foram verificadas e classificadas todas as patologias observadas nas várias partes do edifício. Realizou-se também um levantamento fotográfico do edifício e das suas patologias com incidência especial na deteção minuciosa da patologia e sua localização. Com base nesta observação e análise dos sintomas patológicos foi feito um primeiro diagnóstico.

Para cada espaço (sala de aula, gabinetes, corredores, cantina, biblioteca, envolvente exterior, etc.) foram realizadas fichas de inspeção onde consta sobretudo informação acerca de cada uma das patologias observadas, uma classificação sobre a sua gravidade e urgência da intervenção, um primeiro diagnóstico sobre a sua possível causa, a sua localização em planta e o seu registo fotográfico. No sentido de agilizar a perceção da gravidade da patologia, foi associada a cada, uma cor, sendo verde para patologia pouco significativa, amarelo para patologia significativa e vermelho para uma patologia muito significativa.

Algumas das fichas não contêm fotos, pois as patologias encontradas, não eram de grande relevância, como tal dispensou-se a fotografia.

Na figura 4.5 é apresentado um exemplo de uma ficha de inspeção sendo algumas das restantes apresentadas no Anexo I (apresentam-se 10 fichas).

As 125 (cento e vinte cinco) fichas elaboradas constituem uma ferramenta essencial da inspeção, uma vez que permitem caracterizar o estado de conservação do edifício.

Em simultâneo e para uma melhor leitura da distribuição das patologias no edifício, foi feito o seu registo em planta, mantendo-se a cor atribuída nas fichas à sua gravidade. A planta referida é apresentada no Anexo II.

LGMC
Laboratório de Geotecnia e
Materiais de Construção

FICHA DE INSPEÇÃO

DOCUMENTO NÚMERO: 1 DATA: 22/02/2017 PÁGINA: 1/1

Designação do espaço: Bloco A - Envolvente exterior

Legenda do Alçado:
 Para o alçado: ■ ■ ■
 Para o alçado: ■ ■ ■
 Materialidade: ■ ■ ■

Descrição das patologias:
 a - Fissuração vertical no pilar;
 b - Pilar com presença de fungos, descolamento do betão em algumas zonas estando assim a armadura à vista e com vestígios de corrosão;
 c - Descasque da pintura no revestimento metálico (chapa) da fachada.

Considerações:
 As patologias observadas são pouco relevantes, exceto a patologia (b) que apresenta alguma gravidade.
 É conveniente que se aplique um sistema de pintura adequado nos elementos metálicos.
 A intervenção deverá ocorrer quando for mais conveniente.

Alçado Posterior: a b c

Fotografias: b

CIGCOPN

27/03/2017 13:46

Figura 4.5 – Exemplo de uma ficha de inspeção completa.

Quase sempre as patologias decorrem da conjugação de vários fatores adversos, confluência essa que se pode dar simultaneamente no tempo, ou suceder em sequência com acumulação de efeitos, até ao limiar de desencadeamento do processo.

A tipificação das causas das patologias não é tarefa fácil, devido aos seguintes fatores:

- A grande variedade de elementos e materiais que constituem um edifício;
- A multiplicidade de funções a desempenhar pelos vários componentes de um edifício;

- As várias fases por que passa um edifício, incluindo a conceção, projeto, construção, utilização, manutenção e demolição;
- A grande ligação entre causas e efeitos dos vários fenómenos que se podem desenvolver simultaneamente, o que gera situações em que um mesmo acontecimento é consequência dum fenómeno a montante e ao mesmo tempo é causa de um outro fenómeno a jusante.

A seguir faz-se uma descrição das patologias mais frequentes no edifício.

4.2.1 Envolvente Exterior

O revestimento utilizado no exterior do CICCOPN foi o material cerâmico (azulejo). O que se denota é que existe uma perda por aderência, acabando por provocar a queda do material cerâmico utilizado como revestimento. Como se pode ver na figura 4.6.



Figura 4.6 – Queda de material cerâmico no edifício principal do CICCOPN

Ocorre também erosão do revestimento derivado de todo o CICCOPN se encontrar numa zona onde o solo atinge a sua saturação com facilidade, como se pode verificar na figura 4.7.



Figura 4.7 - Fachada voltada a norte do Corpo A.

Com a constante presença de água no solo, a tinta de revestimento da parte inferior das paredes exteriores, acaba por adquirir nova cor e até mesmo o material cerâmico nas suas zonas de junta, manifestam-se a presença de agentes biológicos. Tal como demonstra a figura 4.8.

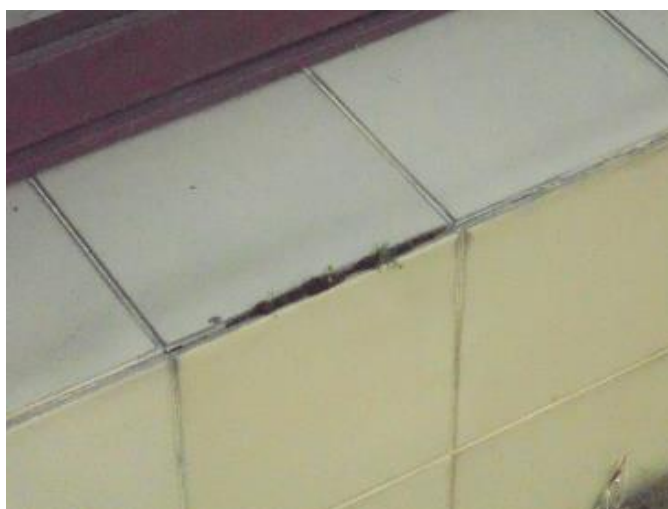


Figura 4.8 – Presença de agentes biológicos na junta do material cerâmico

Sendo que no material cerâmico esta não é a sua maior patologia. A patologia mais persistente neste tipo de revestimento para além da perda por aderência é a ocorrência de eflorescências no material. Como se pode comprovar pela figura 4.9.

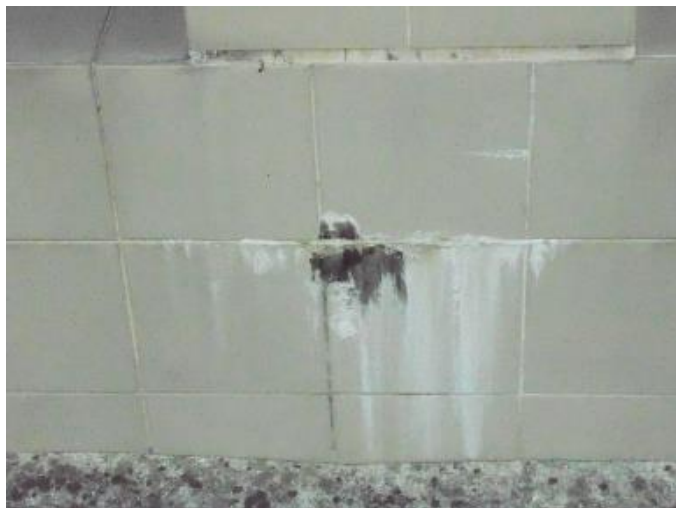


Figura 4.9 – Eflorescências existentes no material cerâmico

Além dos problemas de humidade, queda de material e presença de fungos nos mesmos, existem patologias na zona de soleira, mais precisamente na zona do salão nobre, que em toda a sua envolvente exterior, constituídos por uma argamassa porosa, e como o material se encontra assente diretamente no solo, acaba por fissurar como se pode ver na figura 4.10.



Figura 4.10 – Parapeito da zona exterior do salão nobre

Existem ainda zonas em que as ligações do rufo não foram bem estabelecidas, como tal estas podem provocar patologias no interior do edifício.

É ainda de referir que as valetas existentes em algumas zonas do exterior do corpo A apresentam fissuras e desnivelamentos na zona de união, que podem ter como origem os assentamentos que o solo tem. A figura 4.11 demonstra esse tipo de situação.



Figura 4.11 – Desnível na zona de união das valetas

Não se pode menosprezar a cobertura é claro, no CICCOPN existem dois tipos de cobertura. A zona designada por A tem uma cobertura de fibrocimento e a zona designada por B, zona das oficinas, armazém e laboratório tem uma cobertura tipo telha sandwich, como se pode ver na figura 4.12. Na figura, na cobertura há uma pequena área delimitada a verde porque essa zona se encontra revestida a telha sandwich.

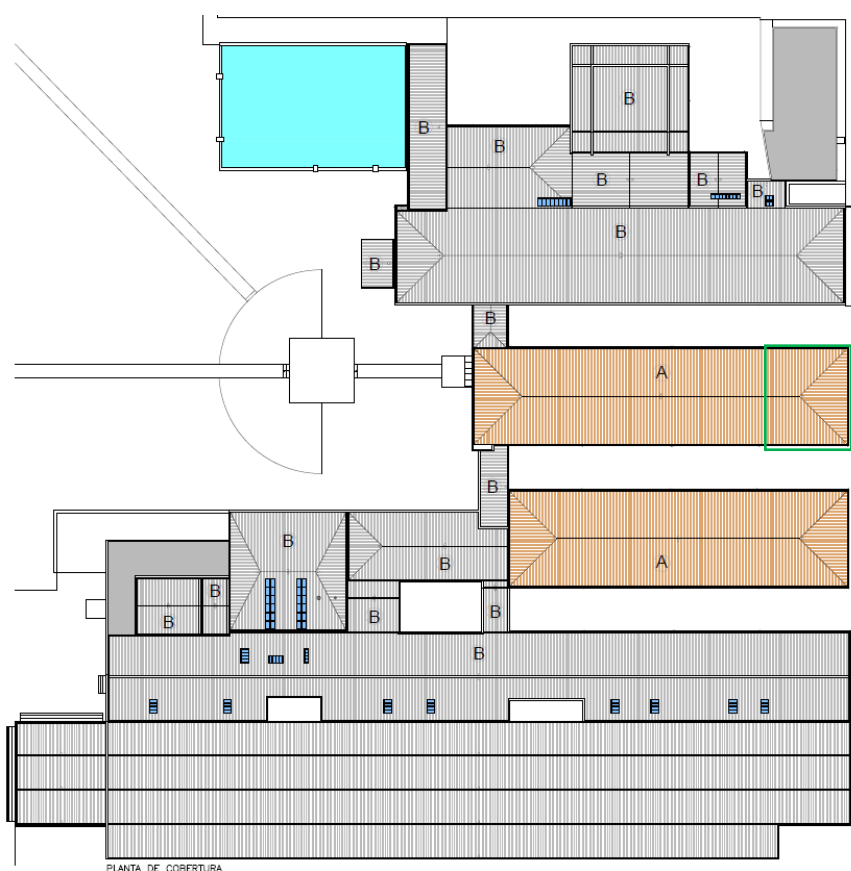


Figura 4.12 – Planta cobertura do Corpo A

CAPÍTULO 4

Uma das patologias encontradas na cobertura foi a oxidação das caleiras, defeitos nas fixações (corrosão das fixações), má materialização das juntas de dilatação, deficiente ligação entre tubos de queda e algeroz, corrosão do suporte do sistema de AVAC, corrosão do próprio AVAC e corrosão do zinco.

Quanto à patologia de má materialização das juntas de dilatação, estas em algumas zonas estão ligadas através de uma mástique, o que não é aconselhado, pois são revestimentos exteriores e onde vai existir diferenças de temperaturas e claro, presença de água. Na figura 4.13 apresenta-se a configuração existente na junta de caleiras.



Figura 4.13 - Junta de dilatação existente nas caleiras de capa termo lacada

Relativamente à ligação entre os tubos de queda e os respectivos algeroz, estas estão também materializadas em mástique, outras infiltrações existentes podem ocorrer, devido aos remates nos rufos não serem os mais coretos, isto é não recorrendo ao mástique, mas sim a juntas própria para que o zinco possa se movimentar à vontade, como tal na figura 4.14 apresentar-se a configuração existente.



Figura 4.14 – Ligação existente entre o tubo de queda e a caleira, ligação entre rufos e ligação rufo tubo de queda

Como já foi referido anteriormente, os suportes de AVAC e os mesmos apresentam oxidação, como se pode ver na figura 4.15.



Figura 4.15 – Oxidação do suporte e sistema de AVAC

4.2.2 Envoltente Interior

O revestimento utilizado na maioria do edifício pela parte interior é a pintura, recorrendo por vezes nas zonas de corredor ao revestimento cerâmico.

A patologia mais persistente no envoltente interior é a degradação do revestimento, devido à humidade existente no edificado. A zona onde se denota mais este tipo de patologia é na zona dos peitoris, isto é, junto dos vão envidraçados, que pode ocorrer devido a um mau isolamento entre a caixilharia e o

peitoril, ou até mesmo devido à diferença de cotas existente entre o terreno e o edificado. Como se pode verificar na figura 4.16.



Figura 4.16 – Degradação do revestimento

Não deixando de existir patologias iguais a essa na zona das paredes e em situações mais pontuais no teto. Como tal inspecionou-se uns arrumos existentes na zona do laboratório que ficam mais perto da cobertura e denotou-se que na zona de ligação entre a cobertura e a caleira ocorrem problemas de infiltrações de água, como se pode verificar na figura 4.17.



Figura 4.17 – Presença de água no revestimento de madeira da cobertura

Esta infiltração pode ocorrer devido ao mau dimensionamento ou até mesmo falta de manutenção das caleiras, o que faz com que quando a precipitação é muita ocorra transbordamento das águas pluviais e haja infiltrações, denotando-se que não há qualquer elemento isolante entre estes. Sendo que em zonas de capitéis, foi mencionado por trabalhadores do centro que junto a esses cai água, isto é a secção do capitel não deve estar bem dimensionada e como consequência há transbordamento das águas pluviais

no mesmo, pode também este ser derivado de a velocidade de escoamento da água ser bastante elevada na entrada do capitel. Depois de se ter subido até à cobertura em questão foi possível visualizar que a entrada do tubo de queda que liga ao capitel não é linear, são curvas e como tal quando a água entra nestes vai adquirir mais velocidade e daí o ressalto da mesma quando chega ao capitel.

Além da degradação do revestimento, existem também na maioria dos compartimentos do edificado fissuras, algumas mais relevantes que outras. As mais relevantes ocorrem na sua maioria junto da junta de dilatação do edifício. Estas podem ser derivadas a movimentação e também assentamento do terreno, provocando o movimento estrutural do edifício.



Figura 4.18 – Fissuração na zona da junta de dilatação

Como se pode ver na Figura 4.18, junto da junta de dilatação observa-se fissuração, que acaba por se propagar ao longo da parede. Um dos motivos possíveis para que isto aconteça é o edificado não estar todo com o mesmo tipo de fundação, e por consequência as juntas de dilatação, não se encontrarem devidamente bem definidas. Demonstra-se ainda que por vezes na zona da junta de dilatação existe presença de fungos ou até mesmo degradação do revestimento do teto ou parede.

É de indicar que por vezes, também há fissuração na zona dos vãos envidraçados, quer na zona superior quer na zona inferior do mesmo, como se pode ver na figura 4.19. Existe ainda alguma fissuração nas zonas de ligação exemplos ligação viga-parede, parede-pilar e parede-parede e por vezes também ao longo das paredes na diagonal da mesma.



Figura 4.19 – Fissuração junto dos vãos envidraçados

As fissurações de ligação podem ter várias causas, conforme a o tipo de ligação será explicado o tipo de causa possível dessa mesma fissura. Essa analogia será feita na tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Analogia entre o tipo de ligação e a possível causa da patologia

Tipo de ligação	Causa
Parede – Pilar	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa com dosagem de cimento alta, ou o agregado fino não apropriado; • Concretização das paredes a topo com os pilares; • “Encasque” não armado sobre os pilares; • Atividade da estrutura.
Parede – Viga	<ul style="list-style-type: none"> • Retração da argamassa durante a presa, por ser muito difusa; • Por não ter sido projetada esta parede de forma a se precaver este malfeitoria; • Execução da parede muito assente à viga; • Atividade da estrutura.
Parede - Parede	<ul style="list-style-type: none"> • Assentamento da fundação.

Por vezes em certos compartimentos do edificado encontra-se ainda destacamentos do revestimento existente e presença de fungos quer nas paredes, quer no teto como se pode ver na figura 4.20.



Figura 4.20 – Destacamento e presença de fungos no teto

Pontualmente em certos corredores, manifesta-se a presença da água no chão, como consequência dessa água observam-se eflorescências no revestimento dos corredores. Talvez devido à diferença de cotas entre o terreno e edificado.

Como já se referiu anteriormente o solo atinge a sua saturação rapidamente e derivado disso acabam por ocorrer infiltrações nas paredes do edificado. Como se pode ver na figura 4.21.



Figura 4.21 – Presença de água e manifestação de eflorescências

4.3 ANÁLISE

Numa primeira análise determinou-se qual o tipo de patologias mais predominante quer no exterior quer no interior. Para que essa disposição seja mais perceptível recorreu-se a um gráfico.

Na figura 4.22 apresenta-se o gráfico relativo às patologias mais comuns no exterior e qual a sua percentagem em todo o edifício.

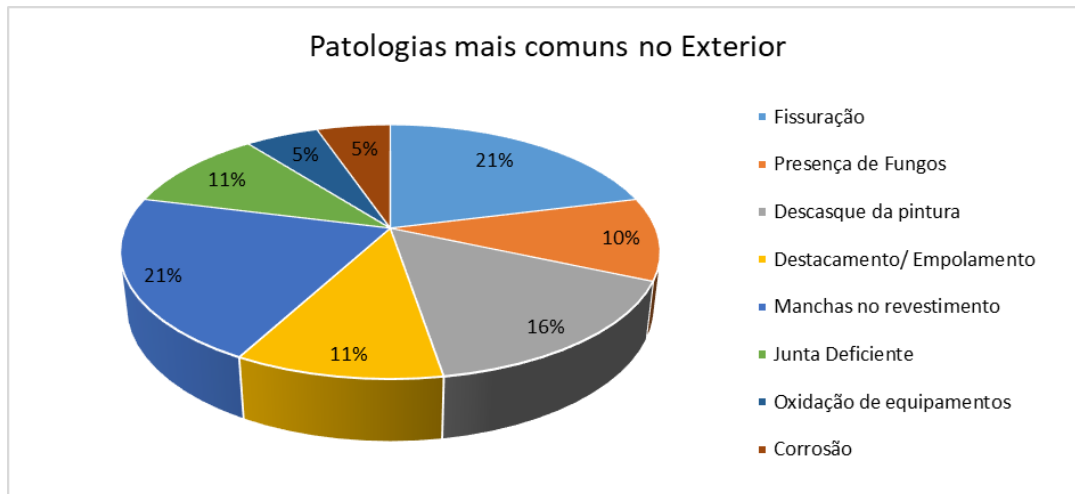


Figura 4.22 - Gráfico representativo das patologias no exterior

Na figura 4.23 apresenta-se o gráfico relativo às patologias mais comuns no interior e qual a sua percentagem em todo o edifício.

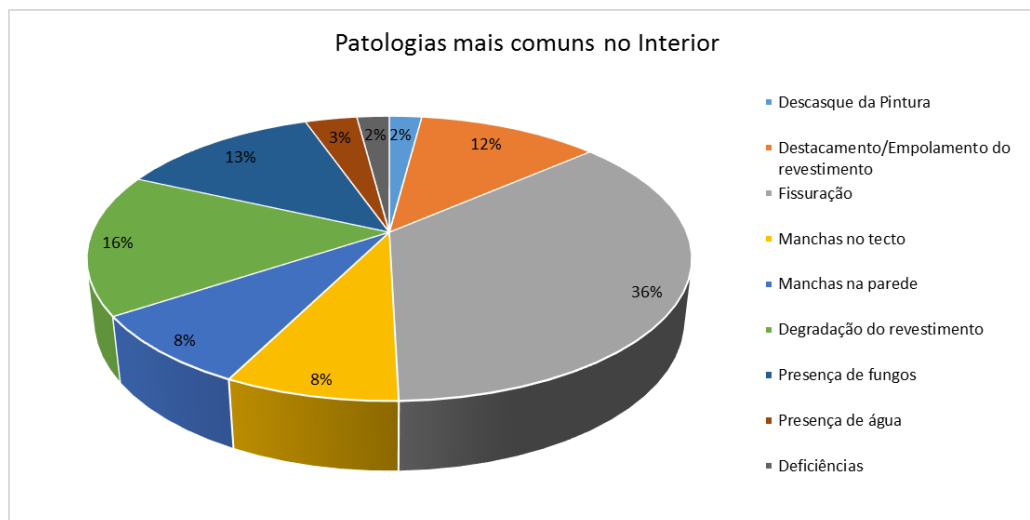


Figura 4.23 - Gráfico representativo das patologias no interior

Com base na análise feita ao edifício e tendo em atenção as patologias mais frequentes foram seleccionados quatro casos (um na envolvente exterior e três no interior do edifício) para serem analisados mais aprofundadamente.

Dos quatro casos escolhidos, três são situações de patologia relacionadas com a humidade. As patologias relacionadas com a humidade são as mais frequentes, sendo a sua causa diversa. Estas são as que mais afetam as condições de conforto e a aparência do edifício.

A primeira situação a ser analisada foi a cobertura, pois esta não se encontra assim tão bem como o que era espectável. Como já foi referido no subcapítulo 4.2 encontrou-se um pouco de tudo na cobertura, e como se trata de um elemento muito importante do edificado, tornou-se evidente que esta merecia a nossa atenção.

A segunda situação analisada foi a presença de água, no pavimento de dois corredores intermédios do edifício, em dias mais chuvosos. De forma a analisar corretamente esta situação foi aberta uma pequena vala junto ao paramento exterior da parede de um destes corredores

A terceira situação analisada foi a queda de material cerâmico, que consistiu em analisar se estes caíam devido ao suporte ou ao cimento-cola utilizado aquando da sua aplicação. Efetuaram-se ensaios de arrancamento por tração (pull-off) no revestimento cerâmico aplicado na envolvente vertical do edifício.

A quarta situação um pouco mais trabalhosa, por se tratar da remoção de uma caixilharia em alumínio, para que seja analisada a origem da degradação do revestimento da parede, junto à mesma.

4.3.1 Cobertura

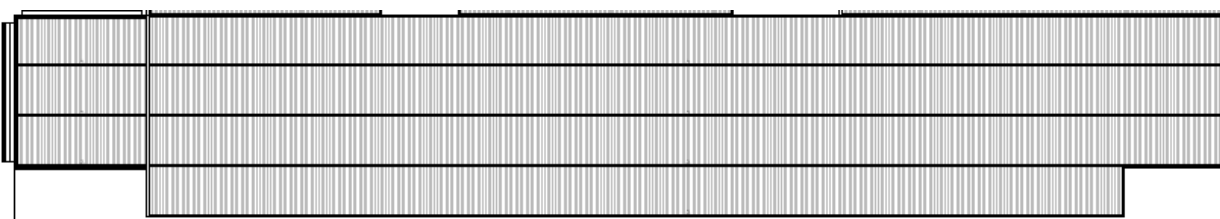


Figura 4.24 – Cobertura (laboratório, salas e oficinas)

A informação obtida foi que as caleiras iniciais na cobertura (figura 4.24) eram em chapa zincada com secção retangulares, tendo o CICCOPN realizado uma pequena intervenção em 2010 onde iniciaram a colocação de novas caleiras por cima das existentes em chapa termolacada. Sabe-se ainda que esta intervenção só ocorreu num comprimento de 40 m a partir de cada extremidade das caleiras. Contudo, apesar de a intervenção ser relativamente recente, as caleiras já apresentam, corrosão, como se pode ver na figura 4.25

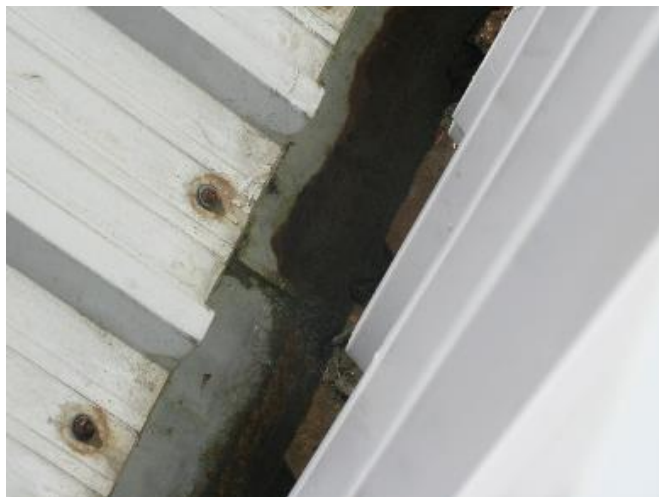


Figura 4.25 – Chapa termo lacada com oxidação

As caleiras existentes não apresentam todas a mesma dimensão. De forma a analisar a adequabilidade da dimensão da seção das caleiras, foi solicitado ao CICCOPN, elementos de projeto onde as mesmas estivessem definidas, contudo estes não dispõem de qualquer documento com essa informação. Na figura 4.26 apresenta-se duas das caleiras existentes no edificado. A avaliação da configuração das caleiras ficou condicionada, dado não ser possível remover integralmente os elementos existentes na sua envolvente.

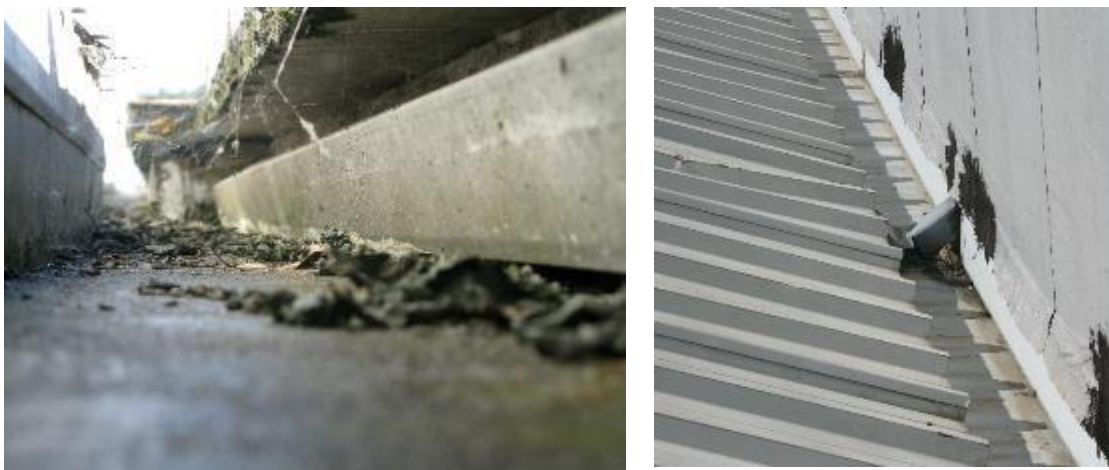


Figura 4.26 – Caleiras/ Algeroz existentes no edificado

Estas deveriam ter a configuração que se apresenta na figura 4.27, para que não hajam infiltrações de água no caso de ocorrência de grandes precipitações onde as mesmas possam ocasionalmente ficar cheias.

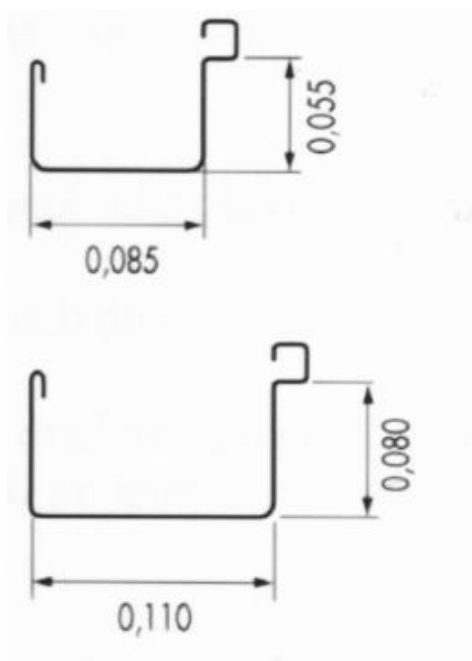


Figura 4.27 – Formas mais correntes das caleiras

A configuração das caleiras presentes na cobertura é idêntica ao apresentado nas figuras 4.27. Na figura 4.29 é possível ver o tipo de remate da caleira na sua face interior, num dos locais onde foi possível inspecionar.



Figura 4.28 – Configuração aba interior da caleira

Uma das questões que se coloca e que poderá ser a causa subjacente a algumas infiltrações de água pela cobertura é se as caleiras e tubos de queda se encontram bem dimensionados. De forma a analisar esta hipótese, e tendo como base as medições feitas a alguns tubos de queda existentes, foi feito um pré-dimensionamento de forma a comparar os resultados obtidos com o existente.

CAPÍTULO 4

Inicialmente procedeu-se à determinação do caudal de águas pluviais, mais denominado como caudal de CIA. A intensidade de precipitação é obtida através curvas de intensidade, duração e frequência, em que as curvas fornecem as médias das intensidades máximas de precipitação, para as diferentes regiões de pluviométricas, neste caso o período de retorno utilizado foi de 10 anos, para uma duração de precipitação de 5 minutos. O coeficiente de escoamento, utilizado foi o aconselhado nos apontamentos teóricos da disciplina de hidráulica aplicada, onde se refere o seguinte:

“No caso de áreas a drenar como coberturas inclinadas e em terraço, que de grosso modo podem ser tomadas como impermeáveis, o coeficiente de escoamento é considerado como unitário.”

A área que foi considerada para a realização dos cálculos foi obtida através da medição da planta do edificado no software AutoCAD. Para uma melhor compreensão e organização de dados cada área de cobertura terá um número correspondente, como se apresenta na tabela 4.2 e onde constam também os restantes dados utilizados para a determinação do caudal de CIA.

Tabela 4.3 – Tabela de determinação do caudal de CIA

Caudal de CIA

	Nº de caleiras	Área de Influência	Coeficiente	Intensidade	Q [m ³ /s]
1	4	141,96	1	3,34E-05	0,0047
2	4	295,06	1	3,34E-05	0,0098
3	4	238,64	1	3,34E-05	0,0080
4	4	146,89	1	3,34E-05	0,0049
5	4	71,21	1	3,34E-05	0,0024
6	4	23,74	1	3,34E-05	0,0008
7	4	1005,82	1	3,34E-05	0,0336
8	4	36,41	1	3,34E-05	0,0012
9	4	33,32	1	3,34E-05	0,0011
10	4	849,31	1	3,34E-05	0,0283
11	4	50,16	1	3,34E-05	0,0017
12	4	766,9	1	3,34E-05	0,0256
13	4	244,4	1	3,34E-05	0,0082
14	4	3,27	1	3,34E-05	0,0001
15	4	25,74	1	3,34E-05	0,0009
16	4	61,46	1	3,34E-05	0,0021
17	4	302,56	1	3,34E-05	0,0101
18	4	35,52	1	3,34E-05	0,0012
19	4	84,52	1	3,34E-05	0,0028
20	4	1448,82	1	3,34E-05	0,0483
21	1	645,15	1	3,34E-05	0,0215
22	1	645,15	1	3,34E-05	0,0215
23	1	645,15	1	3,34E-05	0,0215
24	1	582,34	1	3,34E-05	0,0194
25	1	79,02	1	3,34E-05	0,0026
26	1	79,02	1	3,34E-05	0,0026
27	1	79,02	1	3,34E-05	0,0026

Depois de determinado o valor do Caudal, e de medidas as seções das caleiras, procedeu-se ao cálculo do caudal que estas poderiam suportar e a partir daí se poder comparar os valores e com isso poder afirmar se estas estão subdimensionadas ou não. Para uma melhor organização da informação apresenta-se a tabela 4.3 onde se tem a área de influência das zonas delimitadas da cobertura e a respetiva secção da caleira correspondente a essa mesma área.

Tabela 4.4 - Tabela secção real das caleiras e caudal admissível

Número da Cobertura	Secção Retangular em Zinco						
	K	b [m]	h [m]	A [m ²]	i [%]	R [m]	Q [m ³ /s]
1 até 5 e 10	85	0,25	0,1	0,018	1%	0,045	0,075
6 até 9	85	0,25	0,17	0,030	1%	0,061	0,157
10 e 12	85	0,24	0,15	0,025	1%	0,056	0,125
13	85	0,255	0,185	0,033	1%	0,064	0,180
11	85	0,25	0,19	0,033	1%	0,064	0,182
20	85	0,2	0,075	0,011	1%	0,034	0,038
21 até 27	85	0,24	0,1	0,017	1%	0,044	0,018

Com a informação da secção da caleira, realizou-se o cálculo de qual será o caudal que esta secção pode transportar (tabela 4.3) e depois comparar com o caudal que é determinado de CIA e avaliar se estão em conformidade ou não.

Tabela 4.5 – Validação dos dados obtidos

Área de Influência	Validação de dados
141,96	Verifica
295,06	Verifica
238,64	Verifica
146,89	Verifica
71,21	Verifica
23,74	Verifica
1005,82	Verifica
36,41	Verifica
33,32	Verifica
849,31	Verifica
50,16	Verifica
766,9	Verifica
244,4	Verifica
3,27	Verifica

25,74	Verifica
61,46	Verifica
302,56	Verifica
35,52	Verifica
84,52	Verifica
1448,82	Não Verifica
645,15	Não Verifica
645,15	Não Verifica
645,15	Não Verifica
582,34	Não Verifica
79,02	Verifica
79,02	Verifica
79,02	Verifica

Depois de realizados os cálculos necessários, obteve-se que as zonas em que a secção não verifica é nas zonas 20 até à 24, como se pode observar na tabela 4.4. A solução que seria possível era um aumento de secção das caleiras de forma que não existisse transbordamento da secção.

Na figura 4.30 especifica-se o zonamento dado a cada zona da cobertura, para uma melhor compreensão do que foi referido no parágrafo anterior.

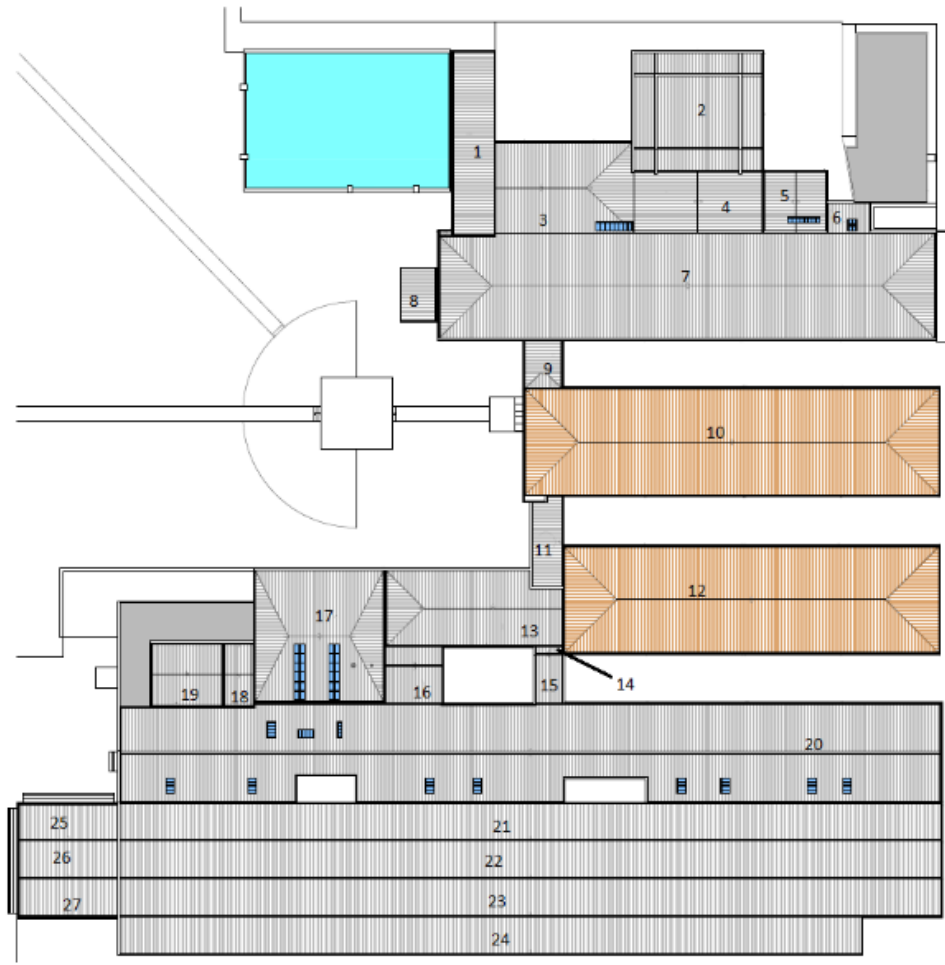


Figura 4.29 – Zonamento da cobertura para o cálculo das águas pluviais

Não obstante, surgiu a dúvida se também os tubos de queda estariam em conformidade com o que é solicitado pelas caleiras. Sendo de referir que existem pelo menos 3 tubos de queda no interior das paredes do edificado. Na tabela seguinte apresenta-se os do pré – dimensionamento dos tubos de queda, em que o α toma o valor de 0,578 pois trata-se de entrada cónica no tubo de que e β toma o valor de 0,35.

Tabela 4.6 - Pré-dimensionamento dos tubos de queda

Nº de Tubos	Q [m3/s]	H [m]	α	β	D teórico [mm]	D teórico [m]
4,0	0,0047	0,02	0,578	0,35	109,84	0,110
7,0	0,0098	0,02	0,578	0,35	228,31	0,228
5,0	0,0080	0,02	0,578	0,35	184,65	0,185
2,0	0,0049	0,02	0,578	0,35	113,65	0,114
3,0	0,0024	0,02	0,578	0,35	55,09	0,055
1,0	0,0008	0,02	0,578	0,35	18,36	0,018
15,0	0,0336	0,02	0,578	0,35	778,29	0,778
0,0	0,0012	0,02	0,578	0,35	28,16	0,028
3,0	0,0011	0,02	0,578	0,35	25,77	0,026
13,0	0,0283	0,02	0,578	0,35	657,19	0,657
3,0	0,0017	0,02	0,578	0,35	38,80	0,039
12,0	0,0256	0,02	0,578	0,35	593,42	0,593
3,0	0,0082	0,02	0,578	0,35	189,11	0,189
1,0	0,0001	0,02	0,578	0,35	2,52	0,003
1,0	0,0009	0,02	0,578	0,35	19,91	0,020
0,0	0,0021	0,02	0,578	0,35	47,55	0,048
2,0	0,0101	0,02	0,578	0,35	234,11	0,234
0,0	0,0012	0,02	0,578	0,35	27,47	0,027
0,0	0,0028	0,02	0,578	0,35	65,39	0,065
9,0	0,0483	0,02	0,578	0,35	1121,09	1,121
7,0	0,0215	0,02	0,578	0,35	499,21	0,499
8,0	0,0215	0,02	0,578	0,35	499,21	0,499
8,0	0,0215	0,02	0,578	0,35	499,21	0,499
7,0	0,0194	0,02	0,578	0,35	450,60	0,451
2,0	0,0026	0,02	0,578	0,35	61,13	0,061
2,0	0,0026	0,02	0,578	0,35	61,13	0,061
1,0	2,6369	0,02	0,578	0,35	464,66	0,465

Em seguida como o edifício já tem os tubos de queda com o diâmetro destes, como se verifica na figura 4.31 e figura 4.32. Como tal é necessário a validação dos mesmos.

D real	Q (L/min)	Q (m3/s)
90	2047,46	0,034

Figura 4.30 – Determinação do caudal suportado pelo tubo de queda

D real	Q (L/min)	Q (m3/s)
75	1706,21	0,028

Figura 4.31 - Determinação do caudal suportado pelo tubo de queda

Com o número de tubos de queda existentes naquela área, dividindo área da cobertura por o número de tubos de queda pode-se obter a área de influência de cada tubo de queda e assim determinar se o tubo tem a dimensão correta ou não. Como se pode verificar na tabela 4.6.

Tabela 4.7 - Determinação do $D_{\text{teórico}}$ do tubo de queda

Área de influência	Área de influência/Nº tubos de queda	Q [m3/s]	D teórico [mm]
141,96	35,49	0,00118	27,45
295,06	42,15	0,00141	32,60
238,64	47,73	0,00159	36,92
146,89	73,45	0,00245	56,82
71,21	23,74	0,00079	18,36
23,74	23,74	0,00079	18,36
1005,82	67,05	0,00224	51,88
36,41	0,00	0,00000	0,00
33,32	11,11	0,00037	8,58
849,31	65,33	0,00218	50,54
50,16	16,72	0,00056	12,93
766,90	63,91	0,00213	49,44
244,40	81,47	0,00272	63,03
3,27	3,27	0,00011	2,52
25,74	25,74	0,00086	19,91
61,46	0,00	0,00000	0,00
302,56	151,28	0,00505	117,05
35,52	0,00	0,00000	0,00
84,52	0,00	0,00000	0,00
1448,82	160,98	0,00537	124,55
645,15	92,16	0,00308	71,30
645,15	80,64	0,00269	62,39
645,15	80,64	0,00269	62,39
582,34	83,19	0,00278	64,36
79,02	39,51	0,00132	30,56
79,02	39,51	0,00132	30,56
79,02	79,02	0,00264	61,13

Para uma melhor percepção compara-se o $D_{\text{teórico}}$ com o D_{real} para que se determine se o real verifica a seção ou não.

Tabela 4.8 - Valores de comparação e $D_{\text{recomendado}}$

D real [mm]	D teórico [mm]	D recomendado [mm]
90	27,45	50,00
90	32,60	50,00
90	36,92	50,00
90	56,82	75,00
90	18,36	50,00
90	18,36	50,00
90	51,88	75,00
0,00	0,00	50,00
90	8,58	50,00
90	50,54	75,00
90	12,93	50,00
90	49,44	50,00
90	63,03	75,00
90	2,52	50,00
90	19,91	50,00
0,00	0,00	50,00
90	117,05	125,00
0,00	0,00	50,00
0,00	0,00	50,00
90	124,55	125,00
75	71,30	90,00
75	62,39	75,00
75	62,39	75,00
75	64,36	75,00
75	30,56	50,00
75	30,56	50,00
75	61,13	75,00

Como se pode ver (tabela 4.7) há casos em que a seção do tubo de queda não verifica a seção como tal algumas das infiltrações existentes na zona da cobertura podem ser derivadas das caleiras e mesmo dos tubos de queda, não terem a seção correta ou até mesmo a inexistência dos mesmos. Nas zonas em que não há qualquer vestígio de existência de um tubo de queda é aconselhado nem que seja a adoção de um com o diâmetro mínimo, é ainda relevante referir que as zonas de Cobertura 17 e 20 não têm dimensão correta os seus tubos de queda, como tal será uma boa opção a alteração dos mesmos para outros com seção aconselhado na tabela 4.7.

Continuando na abordagem da cobertura, esta para além dos problemas mencionados, relativo à drenagem de água pluviais, tem ainda outros problemas construtivos.

Este tipo de cobertura, painel sandwich, não necessita de uma estrutura secundária para que seja garantida a estanquidade e auxílio em relação ao travamento da mesma, tornando-se assim uma

cobertura mais leve. A aplicação deste tipo de cobertura é de simples montagem, mas não significa que deva ser aplicado por qualquer pessoa, deverá ser aplicados por mão-de-obra qualificada, para que muitos dos erros de construção, não se sucedam.

Na cobertura do CICCOPN não existe qualquer tipo de auxílio à sua ventilação, isto é, a cobertura apenas tem ventilação, no limite dos painéis sandwich, junto às caleiras e mesmo assim muito condicionada porque o espaço entre os painéis e murete limite é muito reduzido. Alguns fabricantes de painel sandwich defendem que essa ventilação é a suficiente, mas no caso em questão acaba por não ser.

Outra patologia observada na cobertura foi a perfuração da chapa de zinco da caleira na sua zona de remate sobre o murete interior.

No subcapítulo 3.2 patologias em coberturas foi abordado o tema da corrosão nos materiais da cobertura, onde se explica sucintamente os 3 tipos de corrosão do zinco. Nesta situação em questão o que sucedeu foi que devido fenómenos de condensação originados pela falta de ventilação nessa zona. Nas zonas em que a água não se evapora ou se mantem na superfície de forma prolongada, esta impede o contacto do zinco com o dióxido de carbono do ar, formando-se apenas o hidróxido de zinco, solúvel, que não é protetor (a superfície do zinco não se passiva). Desta forma forma-se “ferrugem branca” que acaba por progredir para a perfuração do zinco. Numa situação normal o zinco reage com o O₂ e o CO₂ da atmosfera formando uma camada protetora de óxidos e carbonatos básicos de zinco, que reduz a progressão da corrosão ao longo do tempo.

Na figura 4.33 pode-se observar o fenómeno referido anteriormente.



Figura 4.32 – Perfuração que se observa em algumas zonas na chapa de zinco

É ainda de referir que não é só no zinco que houve corrosão, devido à falta de proteção na zona de contacto com a atmosfera e água, as próprias chapas da cobertura apresentam oxidação das mesmas, como se pode ver na figura 4.34.



Figura 4.33 – Oxidação das chapas na zona de corte e em contacto com o meio ambiente

É ainda de salientar que a solução adotada para que exista estanquidade entre a ligação aparafusada e o painel, não foi a melhor, pois a colocação de mástique não é o apropriado.

Com o levantamento do painel sandwich observou-se que em certas zonas há pequenas aberturas na cobertura para a passagem de cabos, os quais em algumas zonas encontram-se envolvidos em tubos de PVC.

Alguns destes tubos, por não estarem corretamente obturados, permitem o acesso da água ao desvão da cobertura e conseqüentemente à laje de teto, originando patologias nos tetos (manchas, presença de fungos e até mesmo descasque da pintura). Na figura 4.35 pode-se visualizar a situação que se relata anteriormente.



Figura 4.34 – Passagem de cabos pela cobertura

Estes cabos podem ser dos sistemas de AVAC existentes na cobertura ou do sistema de deteção de incêndios.

4.3.2 Envolvente Exterior Vertical (Infiltração de água nas paredes em contacto com o terreno)

A segunda situação analisada deve-se ao surgimento de água no pavimento do corredor 3 após a ocorrência de períodos de chuva (ver Ficha de Inspeção n. 965 presente no Anexo I).

O local onde se encontra implantado o CICCOPN é uma zona com muita humidade no subsolo, sendo constatado facilmente pelo rápido empoçamento de água na sua superfície após alguns períodos de chuva.

Não foi feita sondagem à parede para analisar a sua configuração, contudo dada a sua espessura de 60 cm, presume-se que esta seja constituída por alvenaria dupla de tijolo, com caixa-de-ar intermédia (figura 4.36).



Figura 4.35 – Aspeto da parede Exterior

De forma a analisar a existência de impermeabilização no paramento exterior da parede e a existência de drenagem das águas freáticas/superficiais foi feita uma sondagem junto à parede, onde se verificou o seguinte:

- Existência de um sistema de drenagem das águas freáticas, com tubo PVC perfurado, assente junto ao limite do ensoleiramento (o limite do ensoleiramento encontra-se a uma distância de 1,16m da parede, ver figura 4.38), protegido por uma camada drenante de brita envolvida em geotêxtil (ver figura 4.39). Constatou-se a existência, no interior do tubo de PVC, de várias raízes que seguramente não permitem o bom funcionamento do sistema de drenagem. No local

existiam palmeiras que entretanto foram cortadas, contudo estas deixaram no terreno um verdadeira rede de raízes, como é possível ver na figura 4.38.

- Inexistência de uma impermeabilização na parede na zona em que a mesma se encontra enterrada (ver figuras 4.40 e 4.41). O solo encosta na parede numa altura de aproximadamente 25 cm (o pavimento do corredor encontra-se a uma cota de 25 cm abaixo da superfície do solo). Quando se perfurou a parede fomos surpreendidos por um “jorrar” de água que vinha do interior da parede (ver figura 4.42).
- Inexistência de um corte capilar.

Poder-se-á então concluir que o aparecimento de água no pavimento após a ocorrência de períodos de chuva se deve à ineficácia do sistema de drenagem, das águas freáticas/superficiais, existente e à inexistência de um sistema de impermeabilização na parede enterrada.



Figura 4.36 – Raízes existentes junto ao edificado



Figura 4.37 – Limite do ensoleiramento



Figura 4.38 – Sistema de drenagem existente



Figura 4.39 – Picagem da parede tendo-se constatado a inexistência de um sistema de impermeabilização



Figura 4.40 – Picagem a 25cm do fim do revestimento



Figura 4.41 – “Fonte de água” na parede

4.3.3 Envolvente Exterior (Queda de material cerâmico).

A queda de material cerâmico por ser uma patologia que ocorria pontualmente em todas as fachadas mas com maior incidência junto à platibanda. Colocava-se a questão, se esta situação seria devido à aplicação do revestimento com cimento-cola inadequado ou a uma aplicação inadequada.

Para medir a aderência do material ao suporte, procedeu-se a um conjunto de ensaios de arrancamento nas fachadas do edifício.

Os ensaios foram realizados no dia 24 de Maio de 2017 e consistiram na realização de 9 (nove) ensaios de arrancamento ref. ^a de 1 a 9 no revestimento exterior, em material cerâmico, das fachadas.

Os ensaios de arrancamento foram realizados tendo por base o descrito na norma europeia EN 1542” Measurement of bond strenght by pull-off”.

A técnica do ensaio consiste em colar um disco metálico na superfície do revestimento exterior, onde previamente se realizaram cortes definindo uma secção quadrada para ensaio de 5x5 cm². Sobre o disco é aplicada uma força de tração crescente até á rotura, registando-se a força máxima de tração durante o ensaio e a respetiva tensão de rotura.

Os cortes foram feitos de forma a atingir o suporte (alvenaria de tijolo), realizados a uma cota de 1,20m do solo. Na figura 4.43 pode-se observar o corte realizado, para que seja possível realizar o ensaio.



Figura 4.42 – Corte do material cerâmico para realização do ensaio

Os locais onde se efetuaram os ensaios foram escolhidos aleatoriamente, tendo-se contudo, feito pelo menos um ensaio em cada fachada.

Verificou-se, na maioria dos ensaios, que a interface de rotura se localizava entre o revestimento cerâmico e a argamassa de colagem (rotura adesiva).

Na tabela 4.9 coloca-se para cada ensaio a sua localização, a força aplicada, a tensão de tração e onde ocorreu a rotura.

Tabela 4.9 – Resultados de ensaio

<i>Ref.ª do Ensaio</i>	<i>Força Aplicada (kN)</i>	<i>Tensão de tração (MPa)</i>	<i>Interface de rotura</i>	<i>Localização Orientação da fachada</i>
1 <i>(ver fig.4.45)</i>	1,00	0,40	a	Fachada Posterior (Nascente)
2 <i>(ver fig.4.46)</i>	0,20	0,08	a	Fachada Posterior (Nascente)
3 <i>(ver fig.4.47)</i>	0,00	0,00	f	Fachada Lateral Esquerda (Norte)
4 <i>(ver fig.4.48)</i>	2,85	1,14	c	Fachada Salas 16 a 21 (Poente)
5 <i>(ver fig.4.49)</i>	2,40	0,96	a	Fachada Corredor 4 (Poente)
6 <i>(ver fig.4.50)</i>	1,80	0,72	a	Fachada Lateral Esquerda (Norte)
7 <i>(ver fig.4.51)</i>	3,40	1,36	c	Fachada Corredor 3 (Poente)
8 <i>(ver fig.4.52)</i>	1,70	0,68	a	Fachada Lateral Direita (Sul)
9 <i>(ver fig.4.53)</i>	1,20	0,48	a	Fachada Principal (Poente)

Legenda tabela 4.9:

- a. A rotura verifica-se na interface de colagem cerâmico/reboco;
- b. A rotura verifica-se na camada do reboco;
- c. A rotura verifica-se na interface reboco/suporte;
- d. Rotura mista na camada do reboco e na interface reboco/suporte;
- e. A rotura verifica-se na camada superficial do tijolo;
- f. Despreendimento sem aplicação de força.

Apresenta-se agora uma planta onde se encontram assinalados as zonas em que ocorreram os ensaios (figura 4.44).

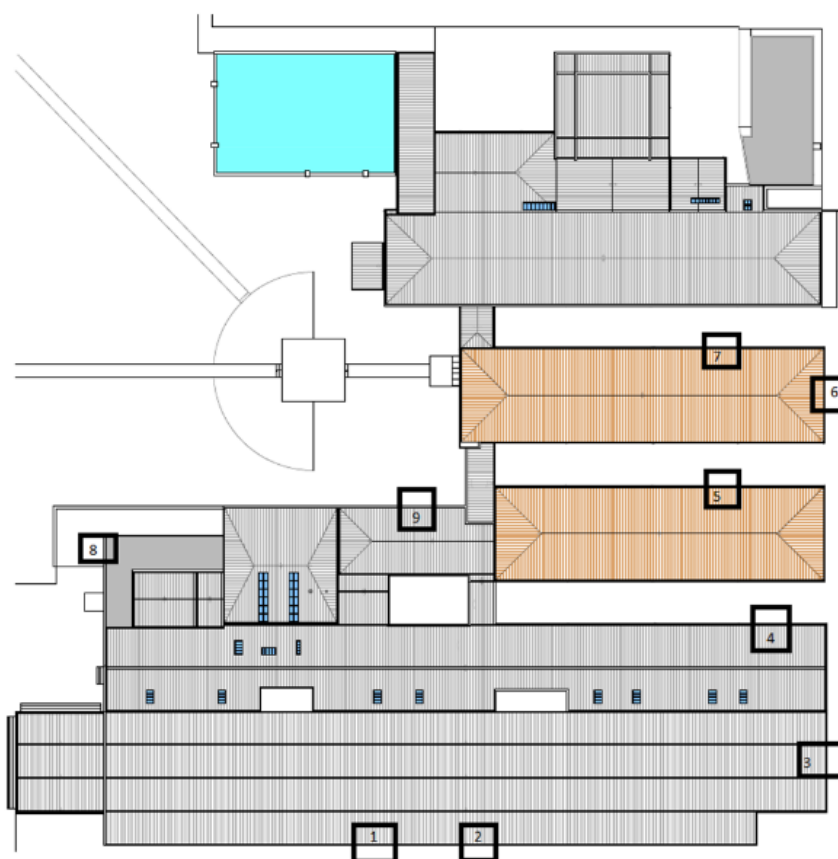


Figura 4.43 - Planta de identificação das zonas de Ensaio

Em seguida apresentam-se as figuras relativas a cada referência de ensaio.



Figura 4.44 – Ensaio de arrancamento Ref.ª 1



Figura 4.45 – Ensaio de arrancamento Ref.ª 2



Figura 4.46 - Ensaio de arrancamento Ref.ª 3



Figura 4.47 - Ensaio de arrancamento Ref.ª 4



Figura 4.48 - Ensaio de arrancamento Ref.ª 5



Figura 4.49 - Ensaio de arrancamento Ref.ª 6



Figura 4.50 - Ensaio de arrancamento Ref.ª 7



Figura 4.51 - Ensaio de arrancamento Ref.ª 8



Figura 4.52 - Ensaio de arrancamento Ref.ª 9

N afigura 4.54 apresenta-se o equipamento de ensaio.



Figura 4.53 – Equipamento Pull-Off tester

Tendo em atenção a complexidade do processo construtivo e a distância temporal da sua aplicação (desconhecimento do cimento-cola aplicado, condições climáticas aquando da sua aplicação, etc.) é difícil seleccionar uma única causa para a patologia em análise, podendo considerar-se diversos fatores determinantes para o comportamento do revestimento cerâmico da fachada, que isoladamente ou conjugados, poderão ter contribuído para a sua descolagem:

- Solicitação higrotérmica e variação dimensional do material cerâmico;
- Dimensão, características e configuração das juntas do revestimento cerâmico;
- Produto de colagem do material cerâmico inadequado e à perda das suas propriedades mecânicas ao longo do tempo (nos ensaios de arrancamento, tivemos quatro com valor inferior a 0,5 MPa; de modo a se garantir um correto desempenho do revestimento, dever-se-á ter valores superiores a 0,5 MPa;
- Ausência de juntas de fracionamento.

4.3.4 Envolvente Vertical Exterior (Infiltrações junto aos vãos envidraçados)

45 % da envolvente vertical do edifício é constituída por vãos envidraçados. Na maioria destes vãos o peitoril é uma continuidade da parede, sendo revestido, no exterior, com o material cerâmico que reveste a fachada e no interior, em reboco pintado ou a pedra mármore.

Sob estes vãos, no interior, são evidentes manchas de humidade, encontrando-se o revestimento da parede degradado.

Procedeu-se à desmontagem de uma das janelas-tipo, de forma a analisar a configuração e a fixação da caixilharia. Verificou-se a inexistência de um pré-aro que permitisse a conveniente masticagem, ou de um redente na ombreira. Os peitoris no exterior apresentavam um revestimento em material cerâmico, aplicado sobre o reboco da fachada, à base de ligantes hidráulicos. De forma a avaliar a inclinação dos mesmos utilizou-se um nível de bolha, tendo-se verificado que não apresentavam inclinação para o exterior, sendo praticamente horizontais.

Na figura 4.55 pode-se observar que o peitoril não tem qualquer pendente, propiciando a deposição de água.



Figura 4.54 – Nível de bolha para demonstração de não existência de pendente no parapeito

Constatou-se a existência de juntas abertas entre ladrilhos, resultado da degradação do material de preenchimento que juntamente com a presença de água constante neste local levou ao seu destacamento (figura 4.56).

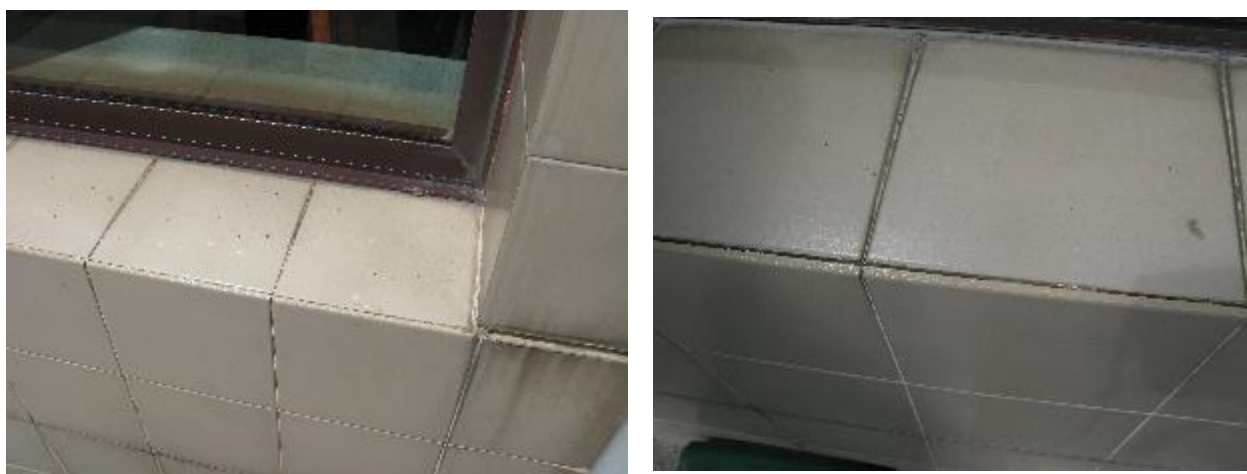


Figura 4.55 – Exemplo da ausência de material de preenchimento em algumas juntas entre ladrilhos

Na figura 4.57 apresenta-se a remoção do caixilho.



Figura 4.56 – Remoção do caixilho

Na figura 4.58 pode-se observar o aspeto da ligação entre a caixilharia e a envolvente.



Figura 4.57 – Aspeto da ligação caixilharia/envolvente

Face ao observado conclui-se que as causas prováveis da degradação verificada no revestimento das paredes do contorno dos vãos são:

- A deficiente configuração dos peitoris, salientando-se, a planeza do peitoril, que dificulta o escoamento e propicia infiltrações;
- A deficiente impermeabilização da ligação do peitoril com a fachada;
- A deficiente ligação caixilharia/fachada;

- A deficiente configuração da ligação da caixilharia com as ombreiras, nomeadamente a inexistência de um pré-aro que permitisse a conveniente masticagem, ou de um redente na ombreira.

4.4 SOLUÇÕES CORRETIVAS

Só serão propostas soluções para as situações analisadas no ponto 4.3 dado serem as de carácter mais urgente pela sua frequência e pelos danos que causam no edifício.

4.4.1 Cobertura

Relativamente aos tubos de queda, depois da análise realizada, aconselha-se a que os tubos de queda interiores, sejam desativados. Os restantes deverão ser reabilitados, tendo especial atenção à sua ligação com a caleira.

As caleiras que não possuem a secção mínima conforme determinado no ponto 4.3.1 deste relatório, devem ser substituídas por caleiras com a secção regulamentar.

As juntas de dilatação das caleiras encontram-se mal executadas. Na figura 4.59 é apresentada o tipo de juntas existentes no mercado, em que a da esquerda se trata de uma junta em alumínio e a da direita uma junta em zinco que é disponibilizada em rolos. Estas, são soluções que poderão ser adotadas neste tipo de ligação

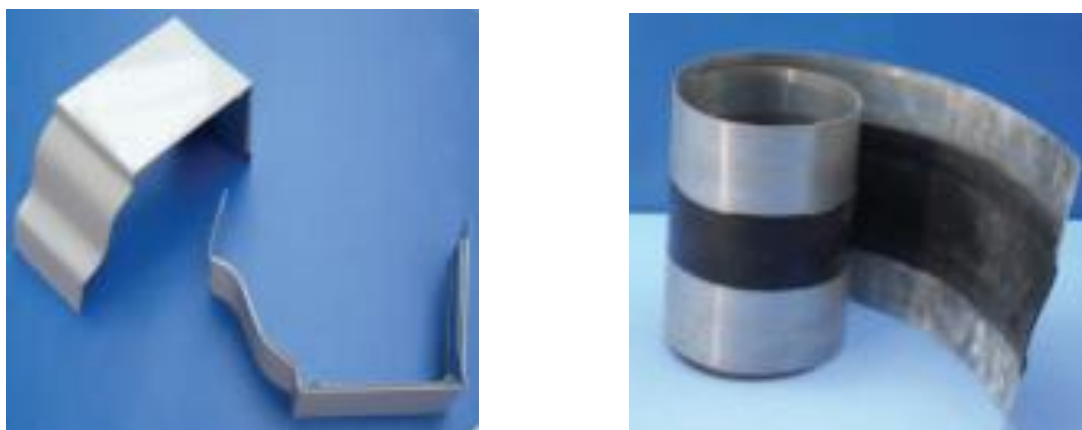


Figura 4.58 - Tipos de juntas de dilatação

Na figura 4.59 apresenta-se o tipo de solução de ligação que deveria existir entre e caleiras – tubos de queda, isto é dever-se-ia utilizar uma boquilha ou uma peça com esse tipo de configuração.

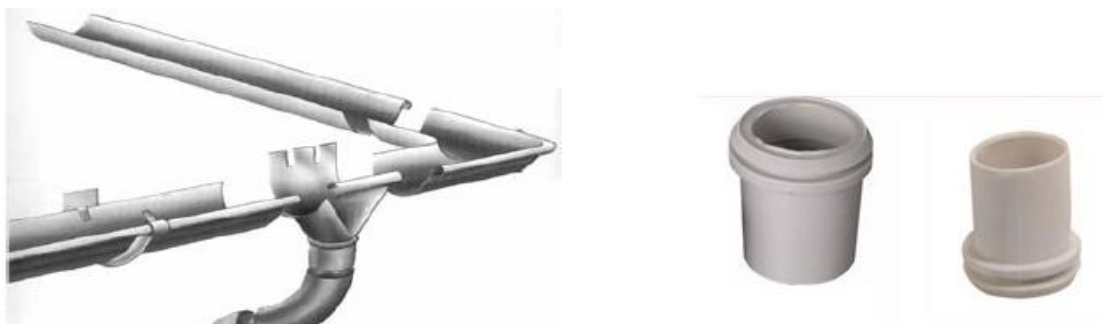


Figura 4.59 - Tipo de ligação entre tubo de queda e calha

Para ser garantida a conservação do painel que reveste a cobertura, esta deveria de ter um remate frontal. Na figura 4.61 apresenta-se o formato da chapa que deve ser utilizada neste caso.

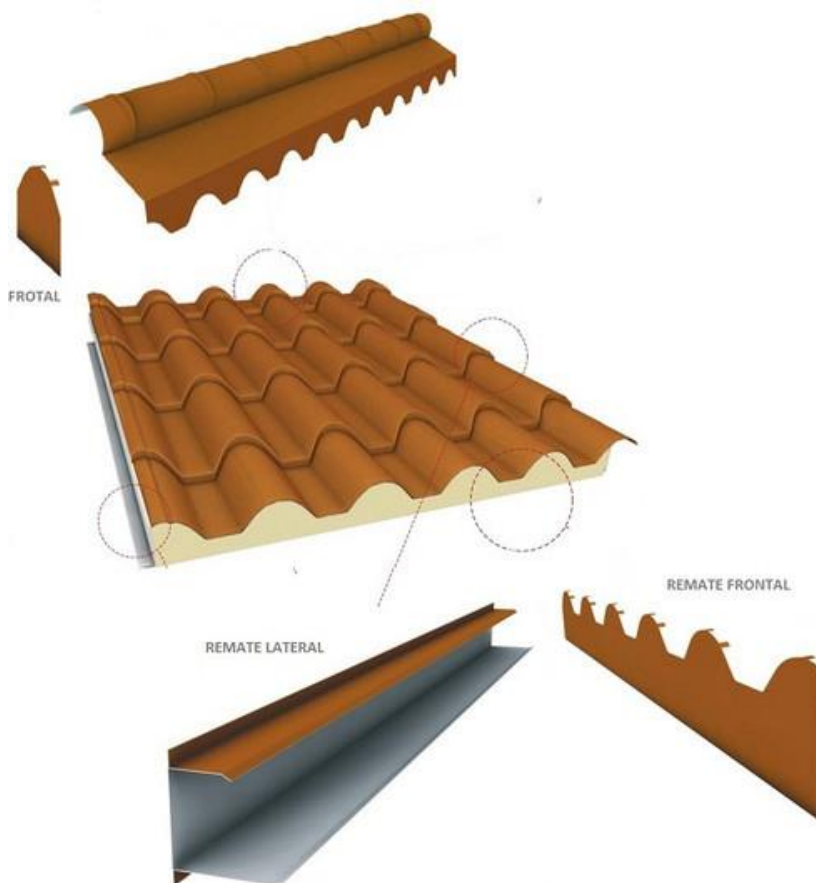


Figura 4.60 – Tipos de remates existentes para as coberturas painel sandwich

Para que seja garantida a estanqueidade na zona de ligação entre painéis, após a fixação do painel inicial à estrutura de suporte existente, deve se proceder à colocação do seguinte, podendo esta ter dois tipos de ligação. Poder-se-á ter uma ligação longitudinal, através do encaixe de ligação ou sobreposição de

nervuras, ou uma ligação transversal, sendo estes, nesta situação, ligados através do prolongamento do painel que irá ser fixado. Demonstra-se o exemplo na figura 4.62.

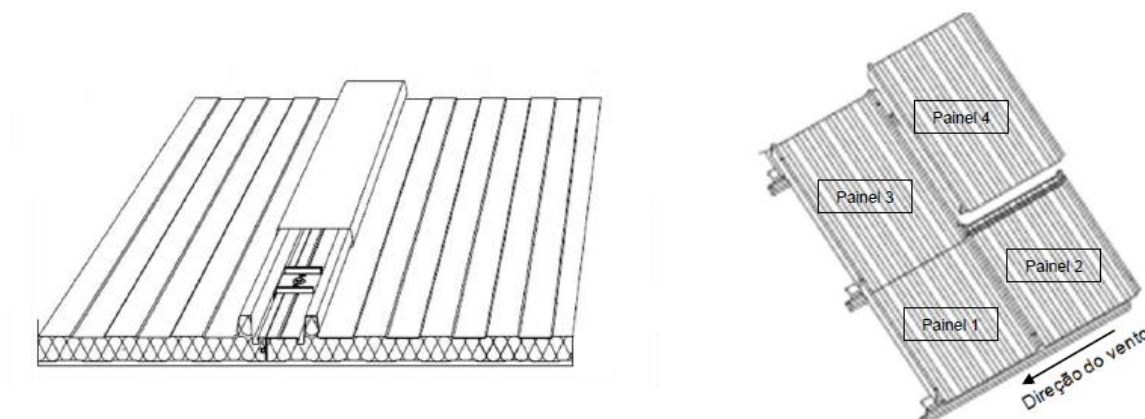


Figura 4.61 – Ligações entre painéis sandwich

Na figura 4.63 apresenta-se os elementos de fixação que devem ser utilizados na aplicação deste tipo de revestimento de cobertura. A estrutura de suporte da cobertura do CICCOPN é contínua, com recurso a vigotas pré-esforçadas, como é possível visualizar na 4.35.

Na cobertura observou-se que os parafusos de fixação apresentam oxidação, tendo alguns deles sido revestidos com mástique.

A seguir enumeram-se algumas boas práticas a ter neste tipo de coberturas:

Os elementos de fixação devem cumprir com as exigências de resistência mecânica, impermeabilização e durabilidade. Quanto ao tipo de acessório a utilizar deve ser um parafuso auto perfurante ou parafuso apenas, com as caracterizas do D4,D5 ou D6. Em que na zona do topo da nervura estes devem ainda cumprir o seguinte,

Citando (Pinto, 2013):

“Na utilização de anilhas de apoio em vez de calços no que diz respeito a chapas de aço galvanizado pré- -lacado de espessura de pelo menos igual a 0,88mm não deve ser utilizada uma anilha com um diâmetro de forma que a distância aos bordos do topo da nervura totalize um valor superior a 10mm.”

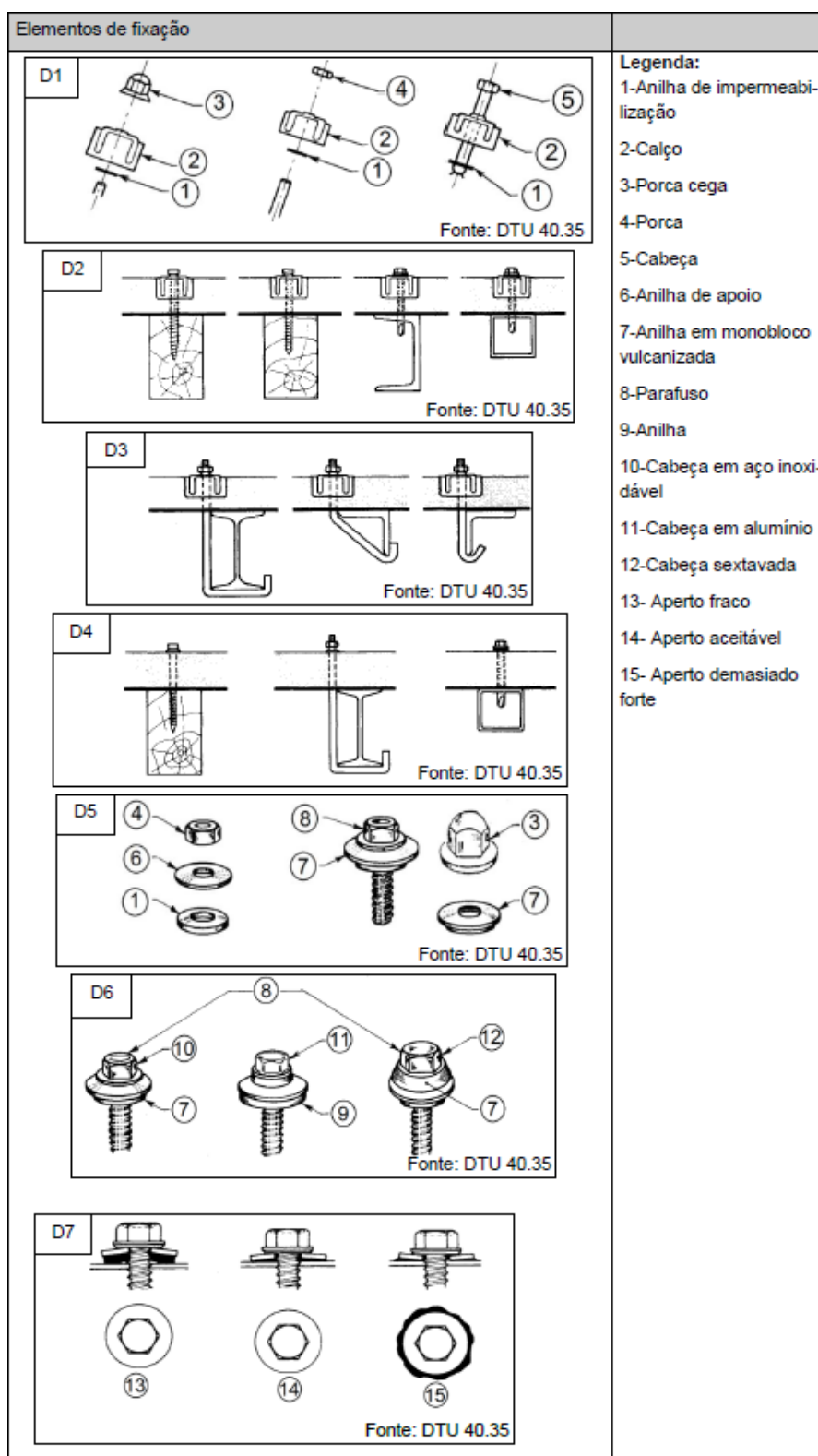


Figura 4.62 - Elementos de fixação

A distribuição mínima dos fixadores depende do tipo de localização, se é imediatamente antes da cumeeira, se é intermédio, de topo entre outros, isto nas nervuras principais do painel. Quando o painel é imediatamente antes do sistema de drenagem e da cumeeira é necessário que se proceda à fixação de

todas as nervuras (figura 4.64). Sempre que é intermédio podem ser realizadas dois tipos de fixação, uma em que se fixam as nervuras intermédias de forma intercalar e na direção axial, outra em quincôncio nas nervuras intermédias e também esta na direção axial (figura 4.64).

Nas juntas transversais, nas zonas em que o painel se sobrepõem as nervuras devem estar fixas, existem dois processos para a fixação. Um consiste em fixar na base da alma da nervura, sucedendo que esta só é possível executar sempre que a distância entre as nervuras existentes nos painéis seja maior ou igual a 250mm. Já o segundo processo baseia-se em fixar os painéis no topo das nervuras.

Quão às nervuras de bordo, painéis que se encontram na extremidade lateral da cobertura, estes devem sempre ser afixados com um acessório que tem uma função crucial serve de proteção. Claro que depois o tipo de fixação deste depende da forma como o painel termina, pois se este terminar em parte não nervurada utiliza-se o esquema 2 da figura 4.65 se este terminar em nervura o tipo de fixação a utilizar é o esquema 1 que também se encontra na figura 4.65.

Citando (Pinto, 2013):

“Relativamente à densidade mínima das fixações este processo envolve um pré-dimensionamento que tem em conta as características do painel, a sua exposição ao vento, o tipo e modo de fixação. Para a caracterização da resistência dos elementos de fixação e posterior determinação da densidade da fixação o DTU remete para normas apropriadas a estes cálculos.”

Na figura 4.64 e 4.65 encontram-se os esquemas da distribuição dos elementos de fixação.

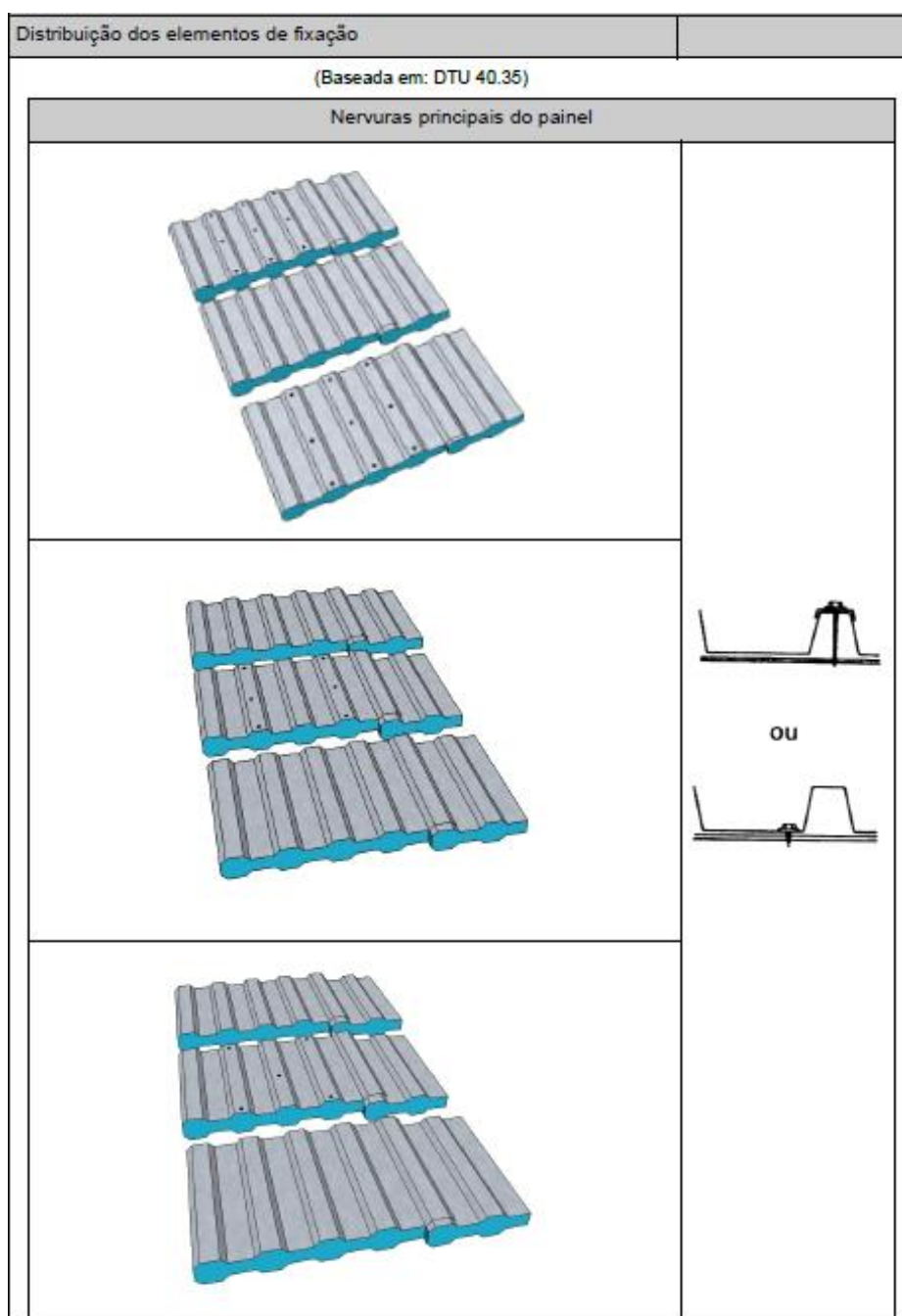


Figura 4.63 – Fixações possíveis nas nervuras principais

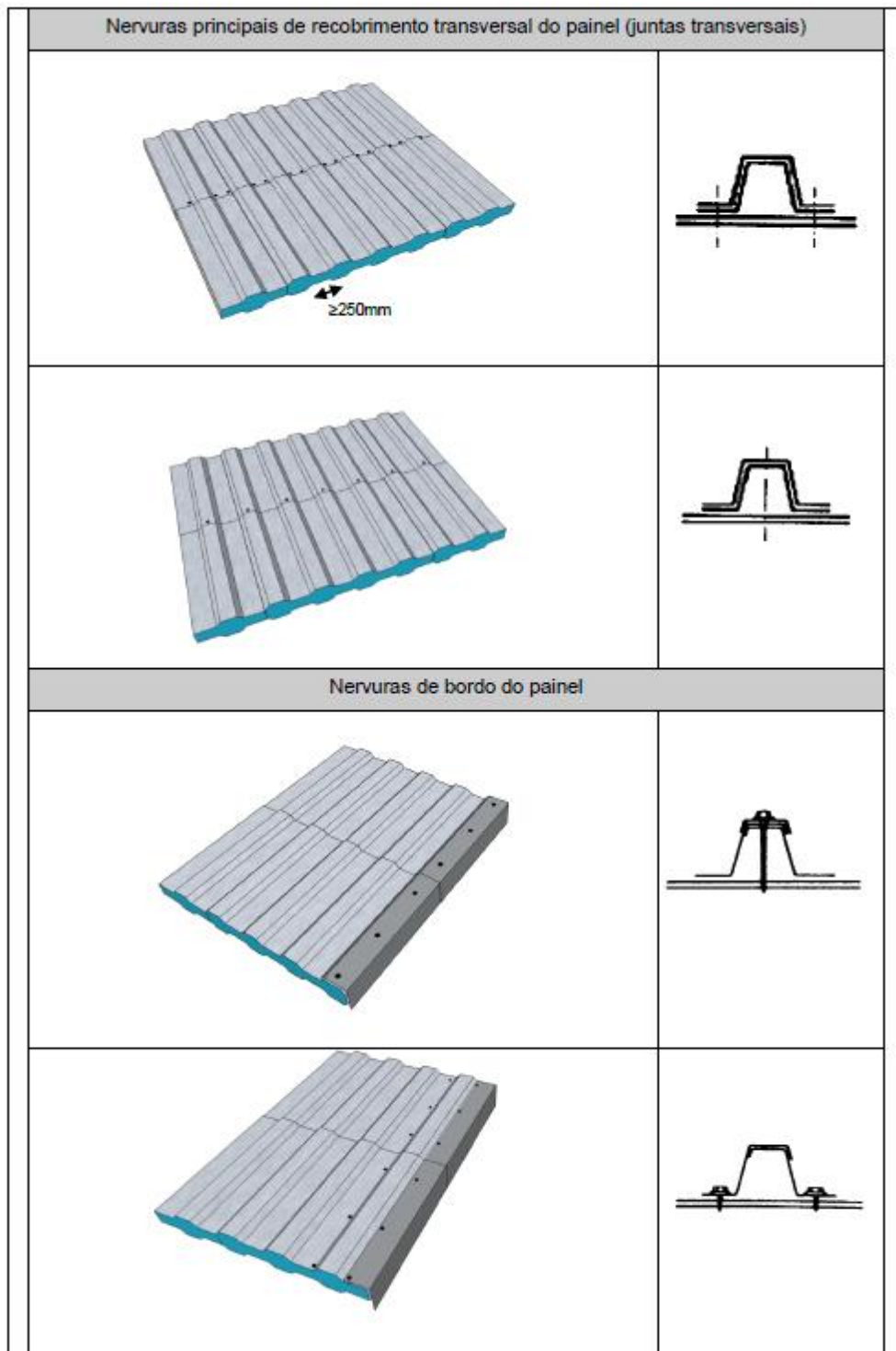


Figura 4.64 – Fixações possíveis para nervuras principais de recobrimento de transversal e nervuras de bordo

Relativamente às juntas entre painéis, as nervuras que forem paralelas à linha de maior declive, geram as juntas longitudinais, estas normalmente já têm um elemento/encaixe de ligação que permite a sua junção. Para que estas tenham uma melhor eficiência quanto ao seu desempenho de estanquidade

utiliza-se um acessório denominado de cobre-juntas, o desenho/forma está esquematizada no D1 que se pode ver na figura 4.66.

O recobrimento deste tipo de juntas transversais é sempre executado à direita dos apoios que sustentam o painel. A sua impermeabilização pode ser realizada com mástique ou bandas impermeabilizantes. Aquando da aplicação dos impermeabilizantes, os painéis devem ser sobrepostos na zona da aba de remate, em que essa deverá ter uma largura mínima que esteja de acordo com a inclinação da própria cobertura e claro tendo em consideração a zona climática em que o edifício se insere. Na sobreposição das abas, deve ser garantido o seguinte quando estas se vão sobrepor, superfícies devidamente secas e limpas. Deve-se ainda garantir que a fixação dos painéis é feita a meio da aba de prolongamento e que a fixação é feita a montante do apoio. Os esquemas referentes ao descrito encontram-se na figura 4.66.

As configurações de remate das juntas são essenciais para conceder-lhes a devida estanquidade, mas isto só é possível se executadas com os cuidados necessários obedecem a sua função apropriadamente. Das juntas apresentadas na figura 4.66, as que carecem de maior complexidade quanto à sua execução, são a D2, D3 e D4, pois necessitam que seja definido o comprimento da aba de sobreposição, necessitam ainda atenção na fixação do painel a montante do seu apoio.

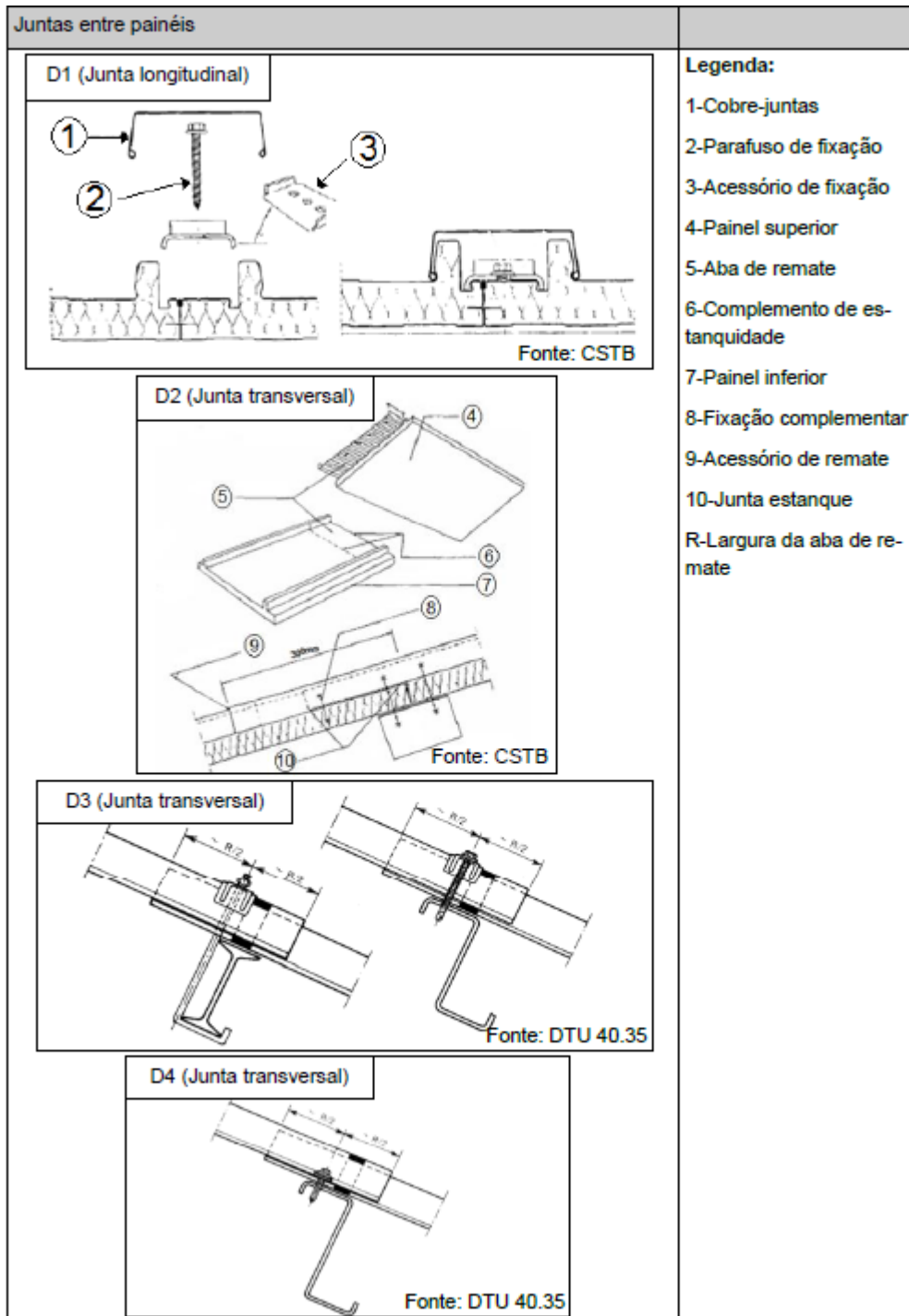


Figura 4.65 – Fixações na zona de juntas

Em relação à cumeeira é o ponto mais alto da cobertura e advém da intersecção de duas águas opostas. Os acessórios de proteção da cumeeira devem ser aplicados ao mesmo tempo que os painéis sandwich que definem o topo da cobertura, estes são produzidos por corte e dobragem de chapas de aço com revestimento metálico pré-lacado.

Os acessórios dos esquemas D1 e D2 depende apenas da inclinação da cobertura, já o D3 é o único acessório existente para quando se tem uma parede que está em contacto com o ponto mais alto da cobertura. Quanto ao D4 e D5, estes são os únicos acessórios para cumeeira e outro tipo de remetas que permitem a ventilação, estes são bastante habituais em coberturas com desvão ventilado.

Na figura 4.67 apresenta-se o tipo de remetes de ligação e fixação entre cumeeiras

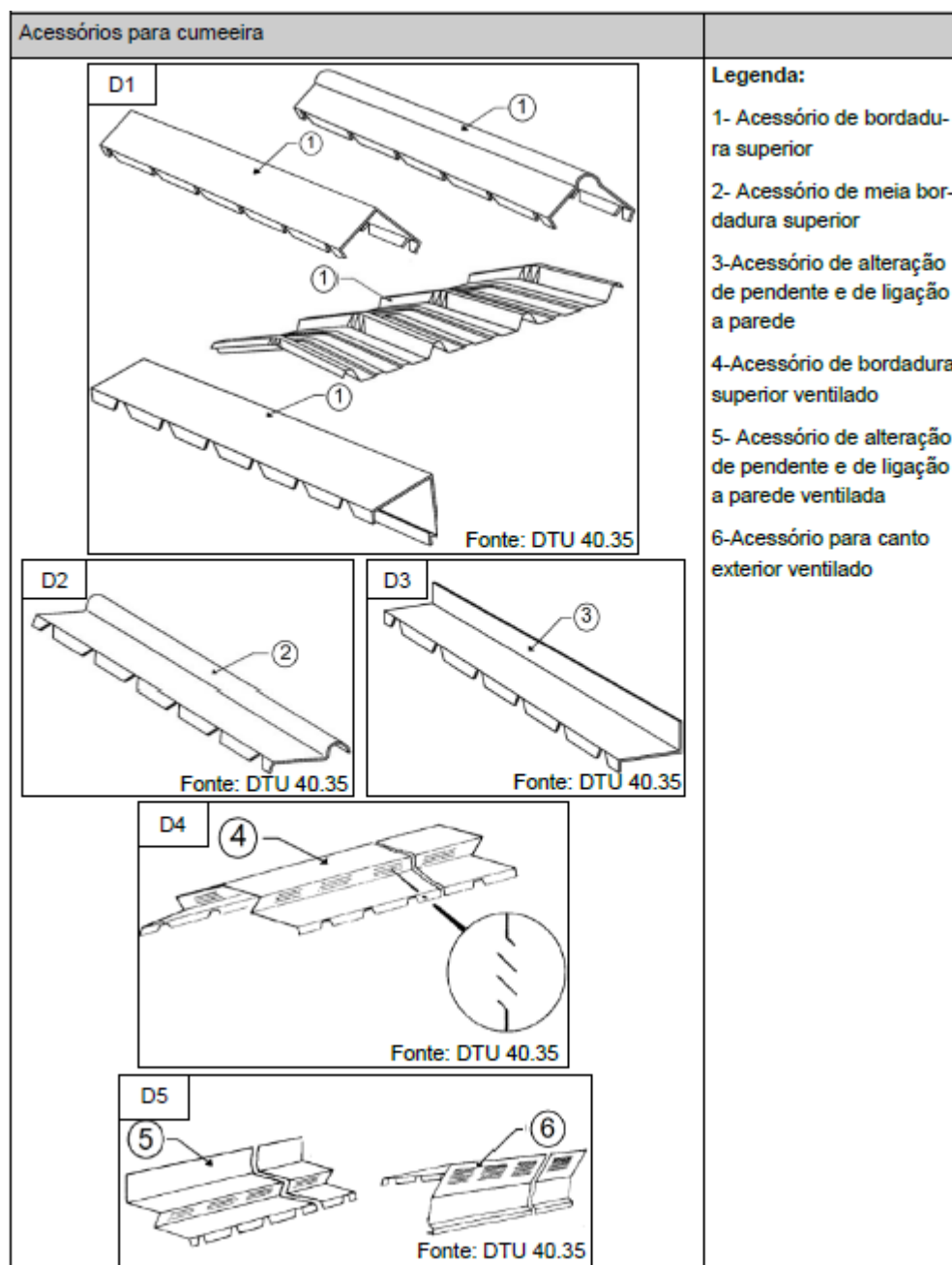


Figura 4.66 – Tipos de remates e fixações de cumeeira

Nos esquemas presentes na figura 4.68, estes têm como princípio referenciar dois tipos de caleiras em relação à sua posição no beirado. No esquema D1 apresenta-se a caleira colocada no exterior do

beirado, no D2 apresentam-se as caleiras interiores. No D3 já são caleiras centrais que são o resultado da intersecção entre duas águas a uma cota mais baixa.

Quanto ao prolongamento das abas para as caleiras quer exteriores ou interiores, não se deve exceder os 40 cm nem menor que 10 cm. Este valor mínimo referido de 10 cm só é admitido quando se utiliza um rufo no remate do painel com a caleira, quando não ocorre este tipo de situação o valor mínimo já deixa de ser os 10 cm e passa assim a ser 20 cm.

A ligação existente entre a caleira e a cobertura deve ser tratada com uma bordo de chapa rebatido servindo de goteira, um fecho metálico e claro uma banda de drenagem que serve de goteira com um fecho em espuma.

Uma das grandes vantagens das caleiras exteriores é que há uma maior facilidade na sua reparação e caso ocorra entupimento dos tubos de queda por qualquer razão, não existe qualquer hipótese de inundações na cobertura. Este tipo de caleiras costumam encontrar-se apoiadas no beiral com o auxílio de escápuas.

Já as interiores devem estar protegidas por uma platibanda, criando assim uma película protetora da radiação solar e tornando também assim a sua manutenção mais segura.

As caleiras centrais apresentam todas as medidas a que devem obedecer no esquema D3, essas medidas são valores normalizados para que estas desempenhem em pleno a sua função.

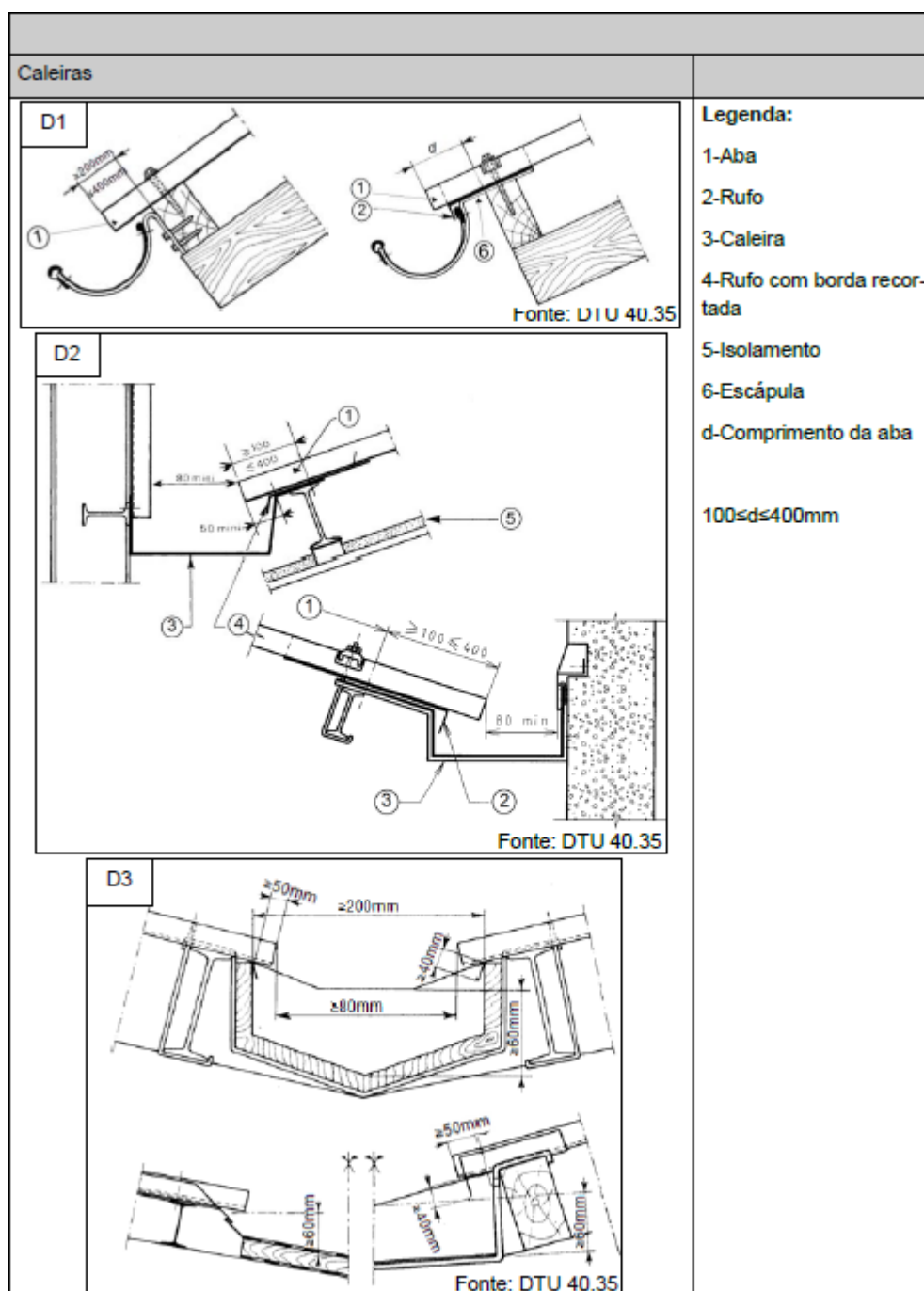


Figura 4.67 – Tipos de caleiras

Os acessórios utilizados para a introdução de penetrações são elementos pré-fabricados no mesmo tipo de material que os painéis existentes na zona corrente, todavia a fixação dos acessórios no painel pode ser *in situ* ou vir colocado de fábrica. Portanto, existem dois tipos de soluções para este tipo de acessórios.

A primeira solução consiste, uso de painéis de zona corrente que já contêm o acessório devidamente fixado, a fixação do acessório ao painel é feita através de um cordão de soldadura ou uma ligação aparafusada.

Na segunda solução, o painel chega cortado com as medidas pretendidas para que posteriormente receba o elemento de penetração. Nesta situação o elemento em questão é fixo sobre o painel através de rebites ou ligações aparafusadas. Previamente da colocação do acessório há ainda um remate de estanqueidade que é arranjado sobre a zona do painel que irá receber esse acessório, para que seja garantida a estanqueidade nessa zona de ligação.

Para que não ocorram problemas deve existir um fornecimento de todos os dados relevantes para essa situação ao fabricante, para que estes quando aplicados se encontrem em conformidade. Nos painéis de colocação do acessório *in situ* é necessário ter atenção ao prolongamento.

Nos casos em que se faz a colocação do acessório de penetração *in situ* há que ter atenção ao prolongamento do complemento de estanquidade, este deve estar de acordo com os princípios definidos nos desenhos esquemáticos.

Os esquemas D1, D3 e D5 são desenhos de soluções que exibem o tipo de elementos que se deve utilizar para que haja penetração de ventilação, claraboias e tubagens emergentes fixadas *in situ*. Já os esquemas D2, D4 e D6 representam os elementos de penetração que vem fixos de fábrica, ou seja, os elementos de são incorporados no painel quando se encontram ainda em fábrica.

É indispensável ter em atenção para o decrescimento das deformidades de execução sempre que a fixação das penetrações é feita em fábrica. Evidentemente trata-se de um processo submetido a maior controlo de qualidade e menos suscetível à falha humana. Nas Figuras 4.69, 4.70 e 4.71 apresenta-se os esquemas referidos anteriormente.

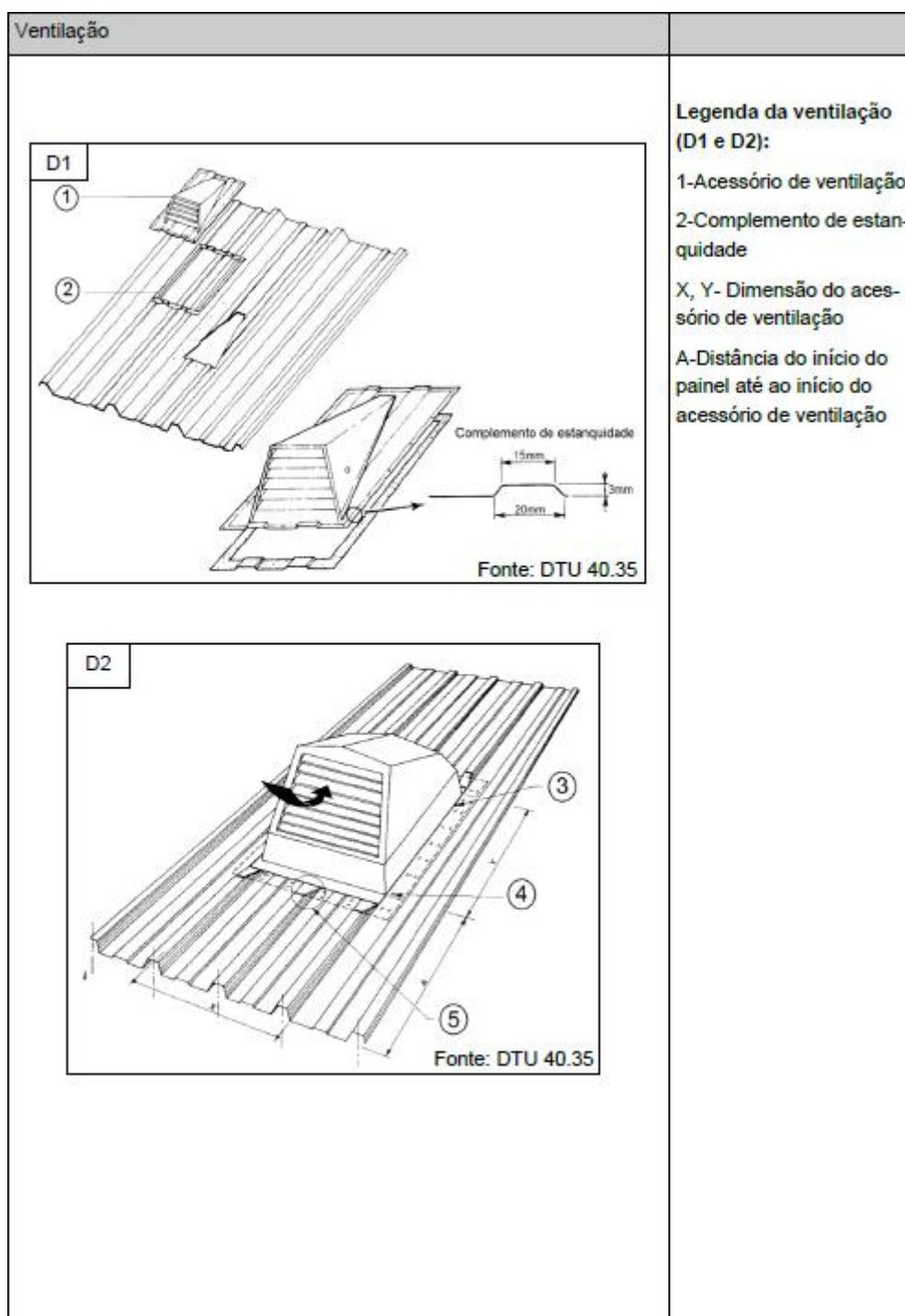


Figura 4.68 – Acessórios de ventilação

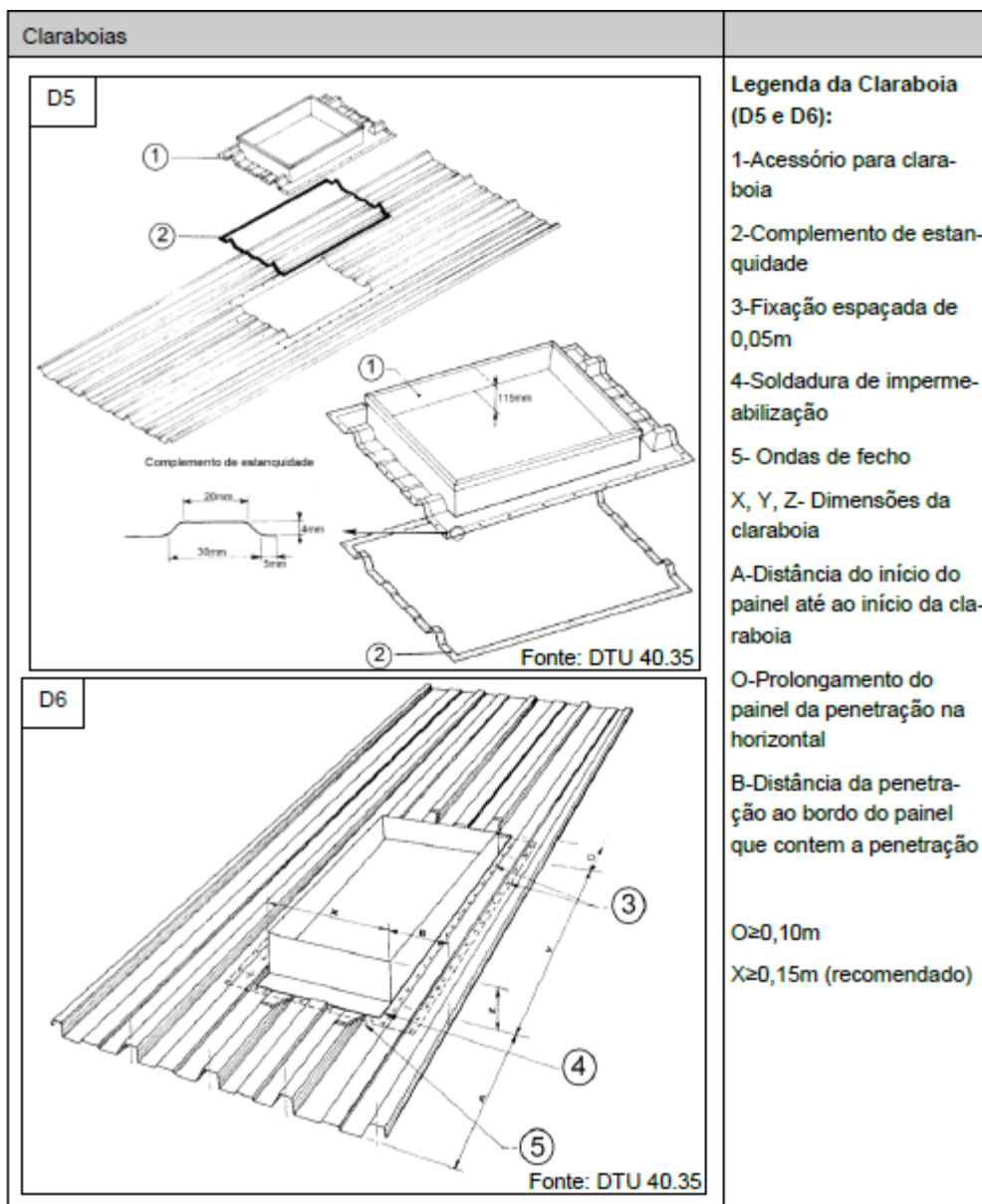


Figura 4.69 – Acessórios de claraboias

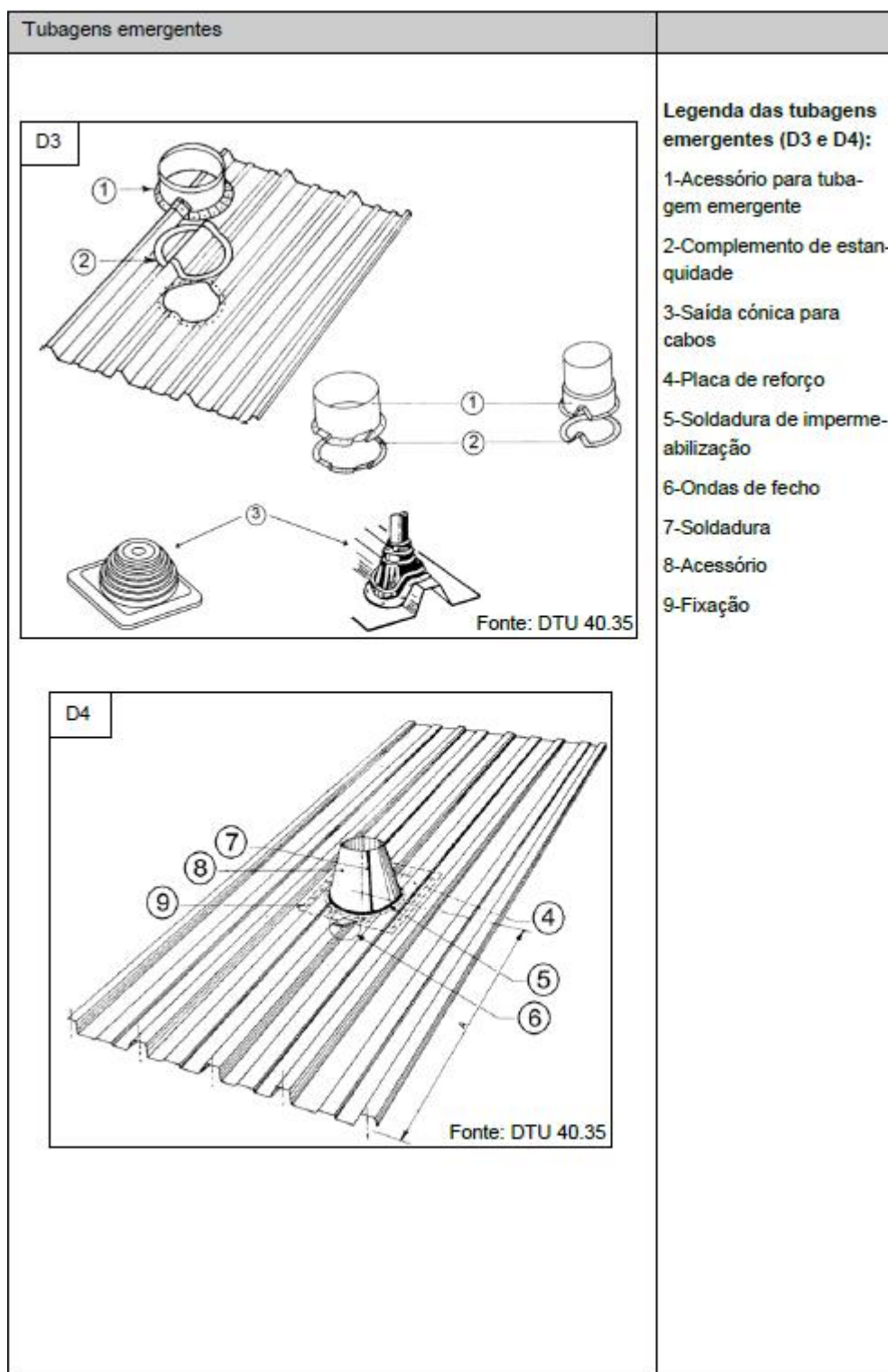


Figura 4.70 – Acessórios tubagens emergentes

De forma a melhorar a ventilação do desvão da cobertura, propõem-se a colocação, devidamente distribuídos na cobertura, ventiladores eólicos (ver figura 4.72). Esta seria uma solução eficaz e económica e que permitiria uma ventilação eficaz.



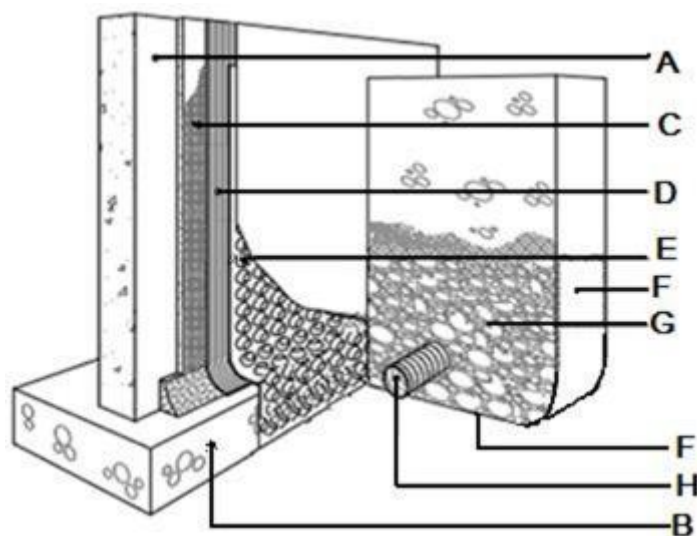
Figura 4.71 - Ventiladores eólicos e sua funcionalidade

4.4.2 Envolvente Vertical Exterior (Infiltração de água nas paredes em contacto com o terreno)

A solução para tratamento desta patologia passa primeiro pela regularização da aba do ensoleiramento. Essa regularização deverá ser feita em argamassa e a quando da mesma deve ainda ser realizada uma meia cana na zona de ligação entre a parede e o ensoleiramento. Posteriormente deverá ser feita a impermeabilização da parede (primário de impermeabilização + tela em betume plastómero APP e armadura de poliéster, protegida em ambas as faces com polietileno + membrana nodular de polietileno de alta densidade (HPDE) com geotêxtil incorporado). A membrana nodular será ainda fixada mecanicamente à parede, através de perfis de remate. É ainda de referir que antes de se iniciar este processo de impermeabilização das paredes a fiada de ladrilhos mais próxima do solo será removida para que a impermeabilização das paredes seja mais eficiente.

Quanto à drenagem o dreno terá um $\Phi 125$, será em PVC e corrugado e revestido por um geotêxtil para que as partículas finas que possam passar pela zona da gravilha não cheguem ao dreno. A gravilha a colocar é uma 10/14 pois com este tipo de granulometria a percentagem de vazios é muito menor, logo a percentagem de finos que passa é diminuta.

Na figura 4.73 apresenta-se a proposta de solução realizada.



Legenda:

A – Parede

B – Ensoleiramento

C – Primário de impermeabilização

D – Tela em betume plastómero APP

E – Membrana nodular (HDPE) com geotêxtil

F – Manta geotêxtil (colocada entre a gravilha e o terreno)

G – Gravilha 10/14

H - Geodreno

Figura 4.72 – Representação esquemática do sistema de drenagem e respetiva legenda

Ao longo do dreno irão ainda existir caixas de visita de que distam entre si 13m, para que seja possível a devida manutenção do sistema de drenagem. As caixas de visita serão em alvenaria de tijolo ou betão, rebocadas interiormente com argamassa hidráulica. Cada ramal de drenagem, será ligado á rede de águas pluviais existente.

Por fim depois de todos os trabalhos realizados dever-se-á proceder á colocação da fiada de material cerâmico que foi removido, este deverá ter as mesmas características que o material cerâmico que foi retirado.

4.4.3 Envoltente Vertical Exterior (Queda material cerâmico)

Como esta patologia afeta a estética da fachada do edifício, é frequente, quando da queda do material cerâmico, que haja de imediato a sua recolocação.

Contudo apresentam-se aqui algumas recomendações para as intervenções futuras.

Antes da reposição do material cerâmico, deverá analisar-se o estado do suporte. Dever-se-á analisar a sua resistência, a sua coesão e se a superfície se encontra regularizada.

Na nova aplicação se reutilizarem alguns dos ladrilhos que caíram, estes deverão primeiramente ser limpos, retirando todos os vestígios existentes do cimento-cola ou refechamentos de juntas.

É de referir que não só o material cerâmico reutilizado necessita de limpeza, o suporte também, deve ser limpo de modo a remover todos os vestígios do cimento-cola, poeiras ou outro tipo de resíduos que derivem do descolamento do material, ou até mesmo da sua exposição às condições climáticas.

No final da intervenção, o aspeto da zona de intervenção deverá ser o mais idêntico possível ao resto da fachada, o que acaba sempre por ser um objetivo difícil de alcançar, quer pela coloração do material cerâmico, pelo aspeto da junta, deve-se dar uma especial atenção à planeza do novo revestimento e ao alinhamento deste em relação ao já existente.

É frequente que os ladrilhos novos acabem por ficar mais salientes que os existentes, visto que o suporte apresenta irregularidades e à dificuldade de colocação, pois por vezes para a realização destes trabalhos é necessário andaime, e o espaço destes é reduzido, dificultando por vezes os trabalhos aos trabalhadores.

Tentou-se de uma forma expedita classificar o tipo de ladrilhos existentes, tendo por base um pequeno ensaio referido pela APFAC.

Na superfície rugosa do ladrilho, isto é na superfície de colagem, coloca-se uma pequena gota de água, se esta for imediatamente absorvida a sua percentagem de absorção é superior a 0,5%, se isso não se suceder, isto é a água permanece lá e ao mexer o ladrilho a água escorre, a sua percentagem de absorção é inferior a 0,5%.

Neste caso o ladrilho aplicado no CICCOPN é presado a seco logo é da classe B e como a quando da colocação da gota de água esta não foi imediatamente absorvida, pode-se dizer que se trata de um I_a.

Afirmado-se assim que o material cerâmico tem características de um BI_a. Sendo assim pode-se estabelecer qual o tipo de cimento-cola a aplicar no edifício.

Segundo a APFA Informa nº5, o produto cimentício mais apropriado para este tipo de material cerâmico é um cimento-cola do tipo C2. Tratando-se assim de um cimento-cola (C) de cola melhorada que cumpre os requisitos para características adicionais (2).

4.4.4 Envoltente Vertical Exterior (Infiltrações junto aos vãos envidraçados)

A resolução desta patologia é muito complexa e onerosa porque seria necessário proceder à aplicação de um peitoril em pedra, com configuração adequada, o que obrigaria à remoção e ajuste da caixilharia.

O edifício tem uma área envidraçada de aproximadamente 4216 m².

A envoltente dos vãos deveria ser impermeabilizada com argamassa de polímeros.

A ligação caixilharia/fachada teria de ser convenientemente masticada (aconselha-se à criação de um pré-aro que permitisse a conveniente masticagem ou de um redente na ombreira).

O peitoril a adotar deverá ter pendente (inclinação mínima de 10%) e pingadeira, para que não ocorram infiltrações de água para a alvenaria e o material constituinte deste deverá ser em pedra pouco porosa. É de salientar que, em Portugal não existem regras claras e precisas acerca dos peitoris, nomeadamente, a sua geometria e os materiais a utilizar.

Deveria ser aplicada uma caixilharia classificada, escolhida em função da exposição. A caixilharia deve ter um corte hídrico, e que seja de performance variada em relação ao tipo de orientação que tenha, ou seja se está voltada a norte o tipo de exigência térmica é diferente de se estiver voltada a sul.

Caso não seja possível a remoção da caixilharia, pelo custo e incómodo que iria gerar, para minimizar o problema, teria de se proceder à remoção e recolocação do material cerâmico do contorno dos vãos, após aplicação de um barramento com argamassa à base de polímeros, bem como à masticagem da caixilharia.

Para uma melhor compreensão do tipo de intervenção que deve ser feita, apresenta-se na figura 4.74 o pormenor construtivo tipo. Podendo-se assim observar qual o tipo de ligação que deveria existir entre a caixilharia e a ombreira.

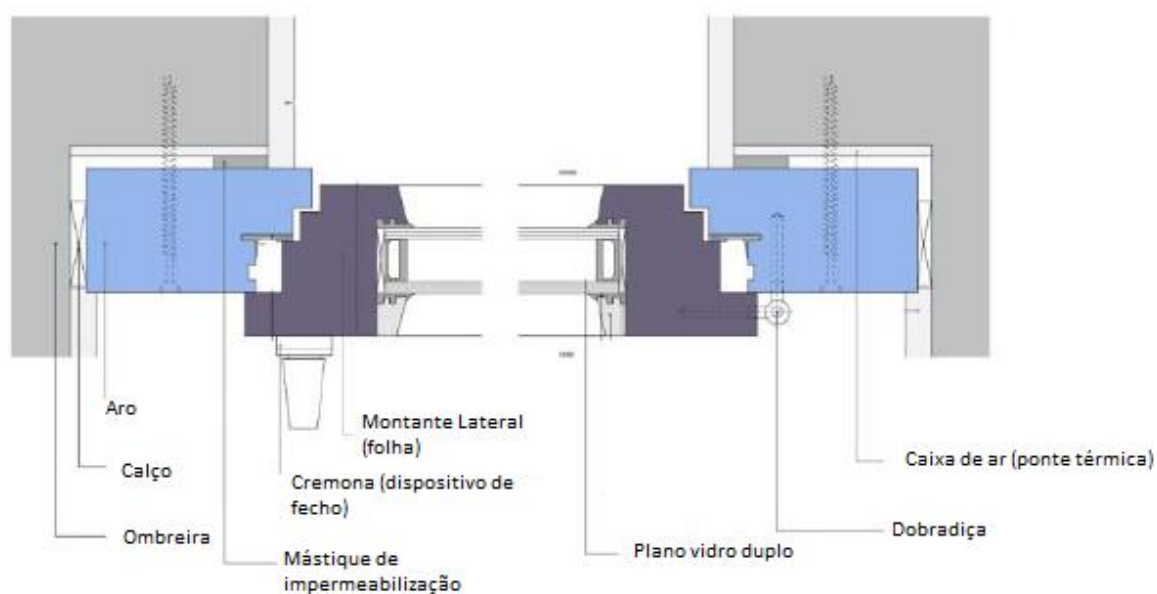


Figura 4.73 – Pormenor construtivo horizontal da caixilharia

Na figura 4.75 apresenta-se o pormenor construtivo tipo vertical, onde é possível observar o tipo de ligação que deveria existir entre a caixilharia e o peitoril.

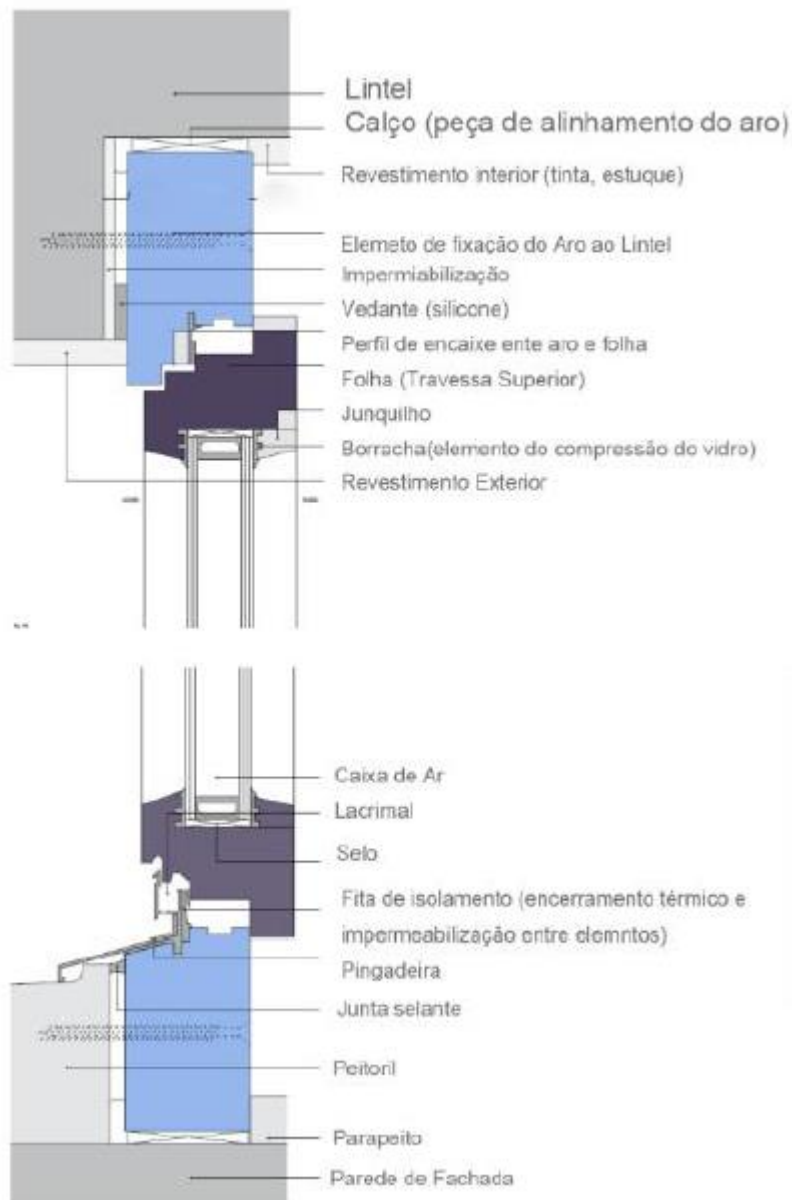


Figura 4.74 - Pormenor construtivo vertical da caixilharia

4.5 OUTROS ENSAIOS (CALIBRAÇÃO DO DETETOR DE HUMIDADE)

O Laboratório de Geotecnia e Materiais de Construção do CICCOPN tem um equipamento de deteção de humidade que é usado com regularidade. É um equipamento portátil, marca “Protimeter MMS”, modelo BLD5800, cujo princípio de funcionamento se baseia na medição da variação da resistência elétrica entre os dois eléctrodos, que são introduzidos no material em análise. O equipamento fornece uma indicação qualitativa sobre o teor de humidade presente no material. (%WME < 17%: seco; 17% < %WME < 20%: ligeiro excesso de humidade; %WME > 20%: humidade excessiva) Como o equipamento não tem em conta o material que está a medir, indica a presença de mais ou menos humidade, em termos qualitativos e não quantitativos (figura 4.76).

No caso de ser necessário um valor preciso do teor de humidade do elemento em causa, tem de ser recolhida uma amostra, para ser analisada em laboratório pelo método gravimétrico, para determinar o valor real do teor de humidade e a partir daí calibrar o equipamento.



Figura 4.75 – Detetor de humidade “Protimeter MMS”

Nesta perspetiva, o objetivo deste trabalho foi a calibração do equipamento. Esta calibração foi feita com três provetes (figura 4.77) de argamassa. Foi então feita uma argamassa com a seguinte composição:

- 1350g de Areia;
- 225g de Água;
- 450g de Cimento (tipo CEM II 32,5 N).

Esta foi deixada a curar durante 7 dias e só depois foi submetida a ensaios.



Figura 4.76 – Provetes de ensaio

CAPÍTULO 4

Para a obtenção da massa de água real dos materiais recorreu-se, ao método gravimétrico, cujo teor de humidade em percentagem é dado pela equação:

$$W = \frac{m_h - m_s}{m_s} \times 100 \quad (4.1)$$

w – Teor de humidade, expresso em %;

m_s – Massa da amostra após secagem em estufa, expressa em kg;

m_h – Massa da amostra com as características recolhidas *in situ*, expressa em kg.

Na realização deste ensaio são utilizados os seguintes equipamentos:

- Balança com limite de erro de 0,1% da massa do provete (Função: pesar os provetes durante todo o processo de ensaios);
- Estufa ventilada (Função: secagem de provetes no processo de secagem artificial a 80°C);
- Exsicador com sílica-gel anidra (Função: conservação dos provetes, durante o arrefecimento).

Numa primeira fase, após os 7 dias de cura dos provetes, estes passaram por um período de embebição onde foram constantemente pesados até obterem massa constante e termos a sua massa no estado de saturação (até que a diferença entre pesagens efetuadas não fosse superior a 0,1%). Tendo sido feita no estado de saturação a leitura com o detetor de humidade. Foram feitas quatro leituras, uma em cada face dos provetes e depois foi feita a média das mesmas em cada provete. Na figura 4.77, têm-se um dos três provetes que foram submetidos ao ensaio.

Numa segunda fase procedeu-se à colocação dos mesmos numa estufa com uma temperatura de 80°C, e foi-se pesando e determinando o respetivo teor de humidade. Sendo em simultâneo feita a leitura com o detetor de humidade. Cessou-se este processo quando obtivemos a estabilização da massa, encontrando-se os provetes secos. (até que a diferença entre pesagens efetuadas não fosse superior a 0,1%).

Entre a saída da estufa e as pesagens, os provetes ficaram durante aproximadamente 1h num exsicador (figura 4.78), para que pudessem estabilizar e para que os valores pesados e medidos não se alterassem.

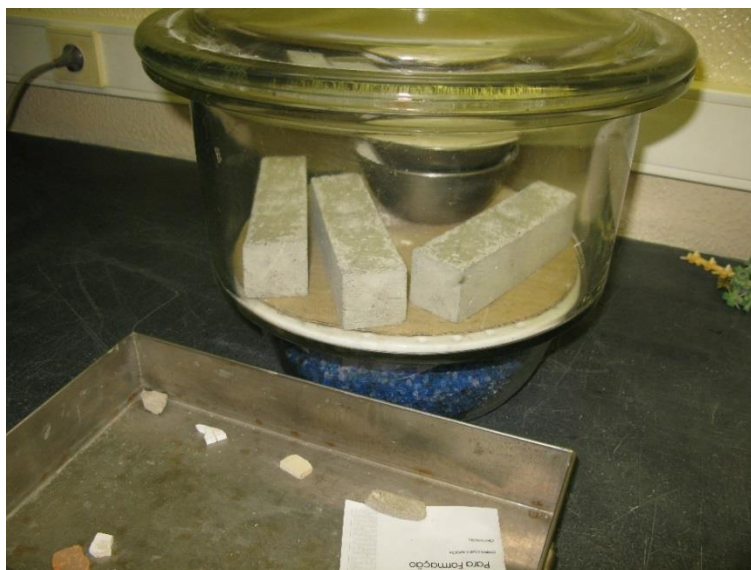


Figura 4.77 – Provetes de ensaio no exsicador

As pesagens no processo de secagem foram feitas em intervalos de aproximadamente 1 hora para que fosse possível a obtenção de uma curva o mais ajustada possível à realidade.

Na figura 4.79 apresenta-se os resultados obtidos no ensaio.

Saturação Atingida no dia 12/04/2017 10:39h							10:39
Nº do provete	Massa (g)	% de Higrometro					Gavimetrico %
		Face 1	Face 2	Face 3	Face 4	Média	
1	550,2	38,80%	31,10%	36,10%	34,90%	35,23%	8%
2	551,1	35,00%	30,90%	25,70%	29,00%	30,15%	8%
3	547,1	40,90%	30,10%	25,80%	31,80%	32,15%	8%
32,51%							8%
Secagem Atingida no dia 12/04/2017 12:45h							12:45
Nº do provete	Massa (g)	% de Higrometro					Gavimetrico %
		Face 1	Face 2	Face 3	Face 4	Média	
1	533,6	18,6%	16,5%	19,4%	17,8%	18,08%	4,79%
2	533,8	17,6%	16,5%	16,8%	16,4%	16,83%	4,73%
3	529,1	15,5%	15,1%	17,1%	15,0%	15,68%	4,54%
16,86%							4,69%
Secagem Atingida no dia 12/04/2017 15:04h							15:04
Nº do provete	Massa (g)	% de Higrometro					Gavimetrico %
		Face 1	Face 2	Face 3	Face 4	Média	
1	526,8	12,9%	13,7%	14,3%	13,0%	13,48%	3,46%
2	527,1	13,7%	13,0%	13,0%	12,7%	13,10%	3,41%
3	522,7	13,5%	12,7%	12,4%	12,8%	12,85%	3,28%
13,14%							3,38%
Secagem Atingida no dia 13/04/2017 10:05h							10:05
Nº do provete	Massa (g)	% de Higrometro					Gavimetrico %
		Face 1	Face 2	Face 3	Face 4	Média	
1	509,4	10,7%	11,8%	9,8%	10,1%	10,60%	0,04%
2	509,8	10,4%	10,7%	8,3%	9,6%	9,75%	0,02%
3	506,1	10,4%	9,8%	9,6%	10,9%	10,18%	0,00%
10,18%							0,02%
Secagem Atingida no dia 11/04/2017 12:16h							12:16
Nº do provete	Massa (g)	% de Higrometro					Gavimetrico %
		Face 1	Face 2	Face 3	Face 4	Média	
1	509,2	9,8%	9,9%	9,4%	10,9%	10,00%	0,00%
2	509,7	10,3%	10,1%	8,4%	10,5%	9,83%	0,00%
3	506,1	9,7%	9,8%	8,6%	10,3%	9,60%	0,00%
9,81%							0,00%

Figura 4.78 - Resultado dos ensaios

Após a realização dos ensaios, recorrendo a uma folha de cálculo obteve-se a seguinte curva de calibração para o detetor de humidade (figura 4.80):

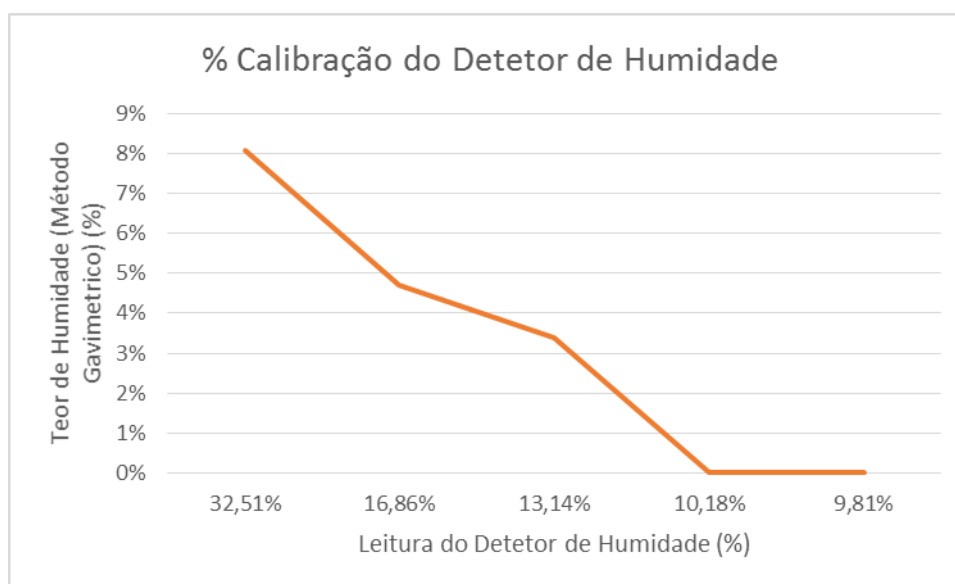


Figura 4.79 – Curva de calibração do detetor de humidade

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a conclusão deste trabalho, considera-se que os objetivos propostos inicialmente foram atingidos. Assim, foi possível fazer a caracterização do estado de conservação do edifício em estudo. De um modo geral as operações de manutenção que têm sido efetuadas no edifício, não têm obtido a resposta necessária, dado as soluções que têm sido adotadas nas intervenções não serem consolidadas e eficazes.

A existência de um vasto conjunto de patologias desencadeia a perda inadmissível da qualidade de uso do edificado. A fim de minimizar os custos de intervenção associados às anomalias, torna-se necessário compreender os processos/mecanismos que desencadeiam tais ocorrências.

Nem sempre é fácil identificar as causas associadas às patologias tal deve-se ao fato de uma patologia poder ser consequência de um ou mais fenómenos a montante a ao mesmo tempo ser causa de outro (s) fenómeno (s) a jusante.

A obtenção da completa resolução das patologias, muitas das vezes torna-se num processo bastante oneroso e complexo. Acabando muitas vezes por dificultar algum tipo de manutenção que é necessária.

É esperado que este trabalho possa servir como base para a eventual execução de trabalhos de manutenção, reparação ou substituição no edifício.

5.1 CONCLUSÕES

Durante a realização do estágio foi possível aprofundar e adquirir novos conhecimentos na área das patologias, que acabam por contribuir para o meu enriquecimento na área da construção civil.

A fase de inspeção é fundamental de forma a se poder caracterizar o edifício e avaliar o seu estado de conservação. Sendo só desta forma possível garantir a eficácia das soluções de reparação das patologias do edifício.

Confirma-se assim que podem haver patologias dependentes de mais que uma causa. Sendo que estas podem suceder em paralelo ou em prosseguimento da acumulação de vários efeitos ao longo do tempo. Ou até mesmo que a mesma causa pode provocar distintas patologias.

Tornando-se assim crucial o diagnóstico na manutenção e reabilitação, pois só com o conhecimento da(s) causa(s) é possível realizar a devida intervenção, de modo a que a patologia não reincida.

Contudo, apesar das patologias serem bastantes, a maioria não tem o nível de gravidade “Significativo”, estando estas maioritariamente associadas às infiltrações de água pela envolvente exterior do edifício (coberturas e fachadas).

Conclui-se ainda que o CICCOPN tem tido cuidado com o estado do edifício, havendo preocupação na realização da manutenção do edifício, contudo as intervenções nem sempre têm sido eficazes dada a ausência de uma análise cuidada às situações verificadas.

5.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Propõe-se o seguinte trabalho que poderá ser desenvolvido em continuidade deste aqui apresentado:

- Continuação do estudo da evolução do estado de degradação do edifício, com o objetivo de constatar a degradação existente e de quantificar, em termos económicos, os encargos previstos, ao longo do tempo de vida útil do mesmo. Nesse âmbito, seria importante elaborar um sistema de classificação dos níveis das patologias com uma escala mais alargada, não se cingindo apenas aos três níveis definidos, por forma a fazer uma caracterização mais pormenorizada.
- Adoção do mesmo método, realizado neste estágio, para a inspeção dos restantes edifícios existentes no CICCOPN.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Livros:

Abreu, Tiago. 2015. *Sistemas prediais de drenagem de águas pluviais e freáticas*. Porto : ISEP, 2015.

Aguiar, José, Reis, A.M. e Appleton, João. 1997. *Guião de Apoio à Reabilitação de Edifícios Habitacionais*. Lisboa : LNEC-DGOT, 1997.

APFAC. 2014. Recomendações sobre Colas para Ladrilhos Cerâmicos. *APFAC Informa* . Setembro, 2014, 5.

APICC. 1998. *Manual de Aplicação de Telhas Cerâmicas*. Coimbra : Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro, 1998.

Appleton, João, Aguiar, José e Cabrita, António R. 1993. *Manual de Apoio à Reabilitação de Edifícios do Bairro Alto*. Lisboa : FNAC gráfica, 1993.

Araújo, António de Borja. 2003. *Quadros Orientativos para o Diagnóstico de Patologias em Estruturas*. Lisboa : IST, 2003.

ASM, International. 1989. *Metals handbook (Vol. 13 - Corrosion)*. New York : ASM International, 1989.

Brito, Eng.ª Inês Flores e Prof. Jorge de. *Metodologias de Inspeção*. Lisboa : IST.

Carlos da Cruz Jâcome, João Guerra Martins. 2005. *Identificação e Tratamento de Patologias em Edifícios*. Porto : UFP, 2005.

Celina Capitão Rosa, João Guerra Martins. 2005. *Reabilitação da Envolvente Vertical Opaca da Edifícios*. Porto : UFP, 2005.

Coelho, Filipa Marisa Ferreira. 2016. *Manutenção e Reabilitação de Edifícios de Saúde*. Lisboa : ISEL, 2016.

Cordeiro, Isabel Mota Medeiros Neto. 2011. *Manual de Inspeção e Manutenção da Edificação*. Lisboa : IST, 2011.

Costa, António. *Durabilidade Estruturas de Betão*. Lisboa : IST.

—. **1999.** *Mecanismos de Deterioração em Estruturas de Betão Armado*. Lisboa : IST, 1999.

- Flores, Inês dos Santos. 2002.** *Estratégias de Manutenção - Elementos da Envolvente*. Lisboa : IST, 2002.
- Flores-Colen, Inês. 2003.** *Planos de Manutenção Pró-Activa da Envolvente de Edifícios*. Lisboa : IST, 2003.
- Fontinha, I.R. e Salta, M.M. 2004.** *Componentes Metálicos na Construção: Comportamento à Corrosão e sua Prevenção*. Lisboa : LNEC, 2004.
- Garcez, Nuno Feliciano da Silva. 2009.** *Sistema de Inspeção e Diagnóstico de Revestimentos Exteriores de Coberturas Inclínadas*. Lisboa : IST, 2009.
- Gómez, C. Díaz e Gilles, C. Torres. 2006.** *2.º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios*. Porto : FEUP, 2006.
- Inspeção, Patologias e Reabilitação de Revestimentos de Coberturas Inclínadas*. Lisboa : IST.
- Jorge, André Vindeirinho. 2015.** *Ferramentas de Apoio para a Decisão do Nível de Intervenção em Edifícios*. Lisboa : FCT, 2015.
- Leite, Cláudia Luísa Araújo. 2009.** *Estrutura de um Plano de Manutenção*. Porto : FEUP, 2009.
- Lopes, Nuno Miguel Seixas. 2009.** *Tecnologia e Reabilitação de Revestimentos Exteriores de Coberturas Inclínadas*. Lisboa : IST, 2009.
- Magalhães, Ana Cristina. 2002.** *Patologia de Rebocos Antigos, Cadernos Edifícios: Revestimentos de paredes em edifícios antigos*. Lisboa : LNEC, 2002.
- Marinho, Mariana Isabel Matos. 2014.** *Diagnóstico de Patologias*. Porto : FEUP, 2014.
- Martins, João Guerra. 2005.** *Reabilitação da Envolvente Vertical Opaca de Edifícios*. Porto : UFP, 2005.
- Morais, Ana Isabel Barbosa. 2007.** *Soluções de Reabilitação de Fachadas com Revestimento em Ladrilhos Cerâmicos*. Porto : FEUP, 2007.
- Moreira, José Pedro Barbosa Ferreira. 2010.** *Manutenção Preventiva de Edifícios – Proposta de um Modelo Empresarial*. Porto : FEUP, 2010.
- Nogueira, Wilson Ricardo Maurício. 2013.** *Caracterização do Estado de Degradação dos Elementos Interiores de Edifícios Escolares em Serviço*. Lisboa : IST, 2013.
- NP EN 12004. CTCV. 2004.** Caparica : IPQ, 2004.
- NP EN 14411. CTCV. 2008.** Caparica : IPQ, 2008.
- Paiva, José Ângelo Vasconcelos de. 1985.** *Patologia da construção – Documento introdutório ao Tema 3 do 1º Encontro Sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação*. Lisboa : LNEC, 1985.
- Pinto, Débora Sueli Moreira Vaz. 2013.** *Importância da Pormenorização Construtiva na Reabilitação de Edifícios, Reabilitação de Coberturas*. Porto : FEUP, 2013.

Rino, Eduardo João Vindeirinho. 2011. *Sistemas Prediais de Drenagem de Águas*. Lisboa : IST, 2011.

Rocha, Jaime Miguel Ferreira da Silva. 2008. *Reabilitação do Ponto de Vista Térmico de Coberturas Inclinadas, no Centro Histórico do Porto*. Porto : FEUP, 2008.

Rodrigues, Rui Manuel Gonçalves Calejo. 1989. *Manutenção de Edifícios*. Porto : FEUP, 1989.

Santos, António Lobato. 2011. *A Vida dos Edifícios*. Lisboa : FAUTL, 2011.

Silva, José António Raimundo Mendes da. 2003. *Observação, Registo, Controlo e Diagnóstico de Fissuração em Paredes não Estruturais de Alvenaria*. Porto : FEUP, 2003.

Soares, Daniel Nóbrega Tomásio Lopes. 2012. *Programa Previsional de Manutenção em Edifícios Históricos*. Lisboa : IST, 2012.

Sousa, Marília Margarida Ferreira de. 2004. *Patologias da Construção - Elaboração de um Catálogo*. Porto : FEUP, 2004.

Sousa, Prof. Vasco P. de Freitas / Eng.ª Marília. *Cobertura em Terraço Não Acessível - Condensações Internas (Degradação do Revestimento em Chapa de Zinco de uma Cobertura em Terraço não Acessível)*. Porto : PATORREB.

Sousa, V. Faria. 2003. *Palácio Nacional de Sintra: Anomalias não Estruturais*. Lisboa : IST, 2003.

Vilhena, António. 2013. *Reabilitação Habitacional e o Setor da Construção Civil*. Lisboa : LNEC, 2013.

Sites:

Lusomatec. Coberturas. *Lusomatec*. [Online] [Citação: 20 de Fevereiro de 2017.]

<http://www.lusomatec.pt/produtos/celenit/aplicacoes/coberturas>.

Metalosul. Chapa Perfilada e Quinada. [Online] [Citação: 20 de Fevereiro de 2017.]

http://www.metalosul.com/chapa_perfilada.php.

NJL, Industrias metalúrgicas. 2016. Edifício Industrial - Coimbra. [Online] NJL, 20 de 10 de 2016. [Citação: 20 de Fevereiro de 2017.] <http://www.njl.pt/2016/10/20/edificio-industrial-coimbra-portugal/>.

VWZINC. VMZ Junta Agrafada. [Online] [Citação: 20 de Fevereiro de 2017.]

https://www.google.pt/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.vmzinc.pt%2Fimages%2Fvmzinc%2Fsolutions%2Froofing%2Fvmz_junta_agrafada%2Fvisionneuse%2Fcubierta_junta_alzada_z.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.vmzinc.pt%2Fas-nossas-solucoes%2Fcobertura%2Fvmz-juntaagrafa.

ANEXO I – FICHAS DE INSPEÇÃO

Designação do espaço: Bloco A - Envolvente exterior

Legenda do Alçado:

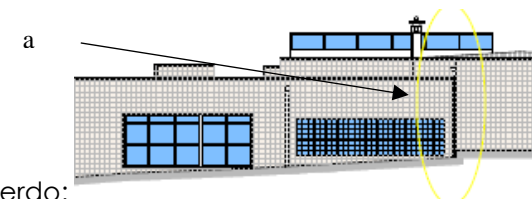
Pouco significativa ———
Significativa ———
Muito significativa ———

Descrição das patologias:

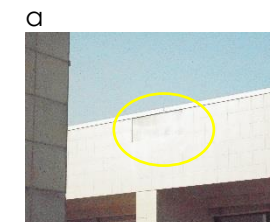
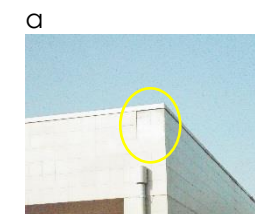
a – Destacamento pontual de peças do material cerâmico que reveste a envolvente.

Considerações:

A patologia apresenta moderada preocupação.
A intervenção deverá ocorrer quando for mais conveniente.



Fotografias:



DOCUMENTO NÚMERO: 5

DATA: 22/02/2017

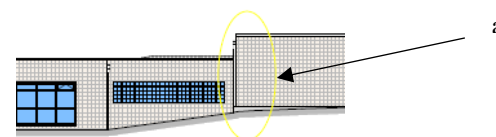
PÁGINA: 1/1

Designação do espaço: Bloco A - Envolvente exterior

Legenda do Alçado:

Pouco significativa 
Significativa 
Muito significativa 

Alçado Lateral Esquerdo:

**Descrição das patologias:**

a – Destacamento pontual de peças do material cerâmico que reveste a envolvente;

Fotografias:

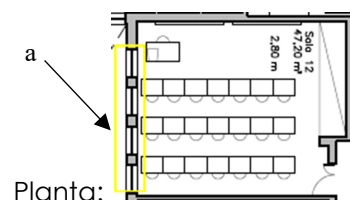
**Considerações:**

A patologia apresenta moderada preocupação.
A intervenção deverá ocorrer quando for mais conveniente.
Apesar de já não chover há alguns dias constatou-se a presença elevada de água no solo junto à fachada.

Designação do espaço: Bloco A - Sala 12

Legenda da planta:

Pouco significativa ———
Significativa ———
Muito significativa ———



Fotografias:

Descrição das patologias:

a – Degradação do revestimento da parede sob as soleiras dos vãos envidraçados;



Considerações:

A degradação do revestimento da parede sob as soleiras deve-se à solução construtiva, pouco consolidada, adotada na ligação caixilharia/vão e a uma posterior deficiente execução.

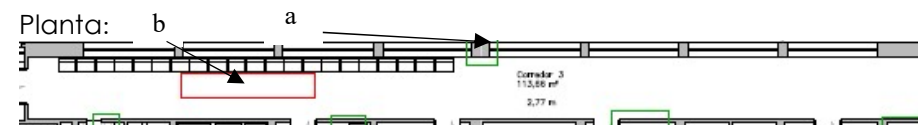
A patologia observada apresenta moderada preocupação.

A intervenção deverá ocorrer quando for mais conveniente.

Designação do espaço: Bloco A – Corredor 3

Legenda da planta:

Pouco significativa ———
Significativa ———
Muito significativa ———

**Descrição das patologias:**

- a – Manchas amareladas nos dois pilares contíguos à junta de dilatação e que pertencem à envolvente exterior;
- b – Presença de água no chão (observadas escorrências de água no revestimento cerâmico da parede da envolvente exterior);
- c – Presença de fungos na junção teto/parede da envolvente exterior;
- d – Alguma fissuração no teto.

Considerações:

As escorrências de água no revestimento cerâmico da parede devem-se a infiltrações de água resultantes da sua deficiente impermeabilização. A parede está em contacto direto com o solo húmido.

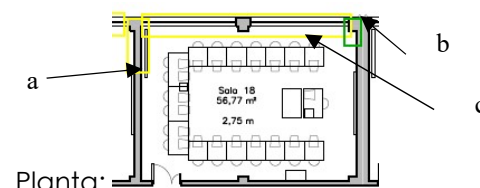
A patologia b), observada apresenta alguma seriedade. A intervenção é de carácter urgente.

Fotografias:

Designação do espaço: Bloco A – Sala 18

Legenda da planta:

Pouco significativa ————
Significativa ————
Muito significativa ————



Fotografias:

Descrição das patologias:

a –Degradação do revestimento da parede contígua à sala 17, junto à parede da envolvente exterior;

b – Fissuração ligeira no pilar;

c – Degradação do revestimento da parede sob os peitoris dos vãos envidraçados e presença de fungos.

**Considerações:**

A degradação do revestimento da parede sob os peitoris deve-se à existência de humidade, resultante da solução construtiva, pouco consolidada, adotada na ligação caixilharia/vão e a uma posterior, deficiente execução.

As patologias a) e d) apresentam moderada preocupação.

A intervenção deverá ocorrer quando for mais conveniente.

Designação do espaço: Bloco A – Sala 20

Legenda da planta:

Pouco significativa ————
Significativa ————
Muito significativa ————



Fotografias:

- a – Degradação do revestimento da parede sob os peitoris dos vãos envidraçados;
- b – Presença de fungos na parede contigua à sala 21, sobre o bastidor do equipamento informático;
- c – Presença de fungos na junção teto/parede da envolvente exterior.

Considerações:

A degradação do revestimento da parede sob os peitoris deve-se à existência de humidade, resultante da solução construtiva, pouco consolidada, adotada na ligação caixilharia/vão e a uma posterior, deficiente execução.

A presença de fungos na junção teto/parede da envolvente exterior, deve-se à existência de uma ponte térmica, agravada pelo tipo de uso do espaço.

As patologias observadas não têm importância de maior, exceto a que se verifica sob os peitoris que é de moderada preocupação.

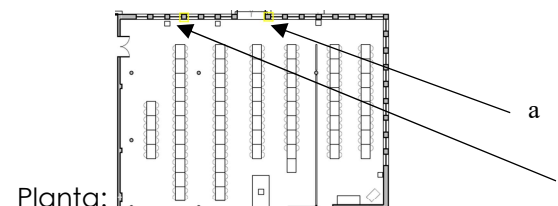
A intervenção deverá ocorrer quando for mais conveniente.



Designação do espaço: Bloco A - Refeitório

Legenda da planta:

Pouco significativa ————
Significativa ————
Muito significativa ————

**Descrição das patologias:**

- a – Degradação do revestimento da parede, junto dos vãos envidraçados;
- b – Empolamento (descolamento) do revestimento à base de PVC das paredes sob os vãos envidraçados;
- c – Alguma fissuração dispersa nas paredes.

Fotografias:**Considerações:**

O descolamento do revestimento à base de PVC, sob os vãos envidraçados deve-se à existência de água na interface de colagem do revestimento, provavelmente devido, a fenômenos de ascensão capilar, resultantes da inexistência de um corte hídrico adequado na base da parede e/ou a infiltrações de água pela envolvente do vão. A colocação do revestimento à base de PVC, teve como objetivo ocultar a degradação do revestimento da parede.

As patologias a) e b) apresentam moderada preocupação. A intervenção deverá ocorrer quando for mais conveniente.

DOCUMENTO NÚMERO: 108

DATA: 24/02/2017

PÁGINA: 1/1

Designação do espaço: Bloco A – Laboratório – Gabinete técnico

Legenda da planta:

Pouco significativa ————
Significativa ————
Muito significativa ————

Descrição das patologias:

- a – Degradação do revestimento da parede;
- b – Fissuração na ligação viga/pilar;
- c – Fissuração junto do vão envidraçado.

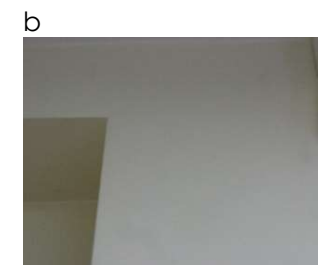
Considerações:

A patologia a) deve-se à deficiente impermeabilização da parede junto à floreira. Esta patologia apresenta moderada preocupação.

A intervenção deverá ocorrer quando for mais conveniente.



Fotografias:



DOCUMENTO NÚMERO: 115

DATA: 24/02/2017

PÁGINA: 1/1

Designação do espaço: Bloco A – Laboratório – Arrumos 1 (zona superior aos betuminosos)

Planta:

Fotografias:

Legenda da planta:

Pouco significativa ———
Significativa ———
Muito significativa ———

Descrição das patologias:

- a - Eflorescências esbranquiçadas na viga junto dos vãos envidraçados;
- b - O revestimento em madeira existente na zona das caleiras apresenta manchas provocadas pela presença e escorrência de água.



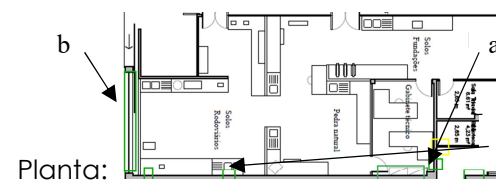
Considerações:

As patologias observadas devem-se à deficiente estanqueidade das caleiras (conceção inadequada das caleiras) e/ou do remate das chapas que revestem a cobertura com as caleiras. As patologias apresentam moderada preocupação. A intervenção deverá ocorrer quando for mais conveniente.

Designação do espaço: Bloco A – Laboratório – Geotecnia de Fundações

Legenda da planta:

Pouco significativa	—
Significativa	—
Muito significativa	—



Descrição das patologias:

- a – Alguma fissuração nas paredes.
- b – Fissura significativa junto ao vão envidraçado.

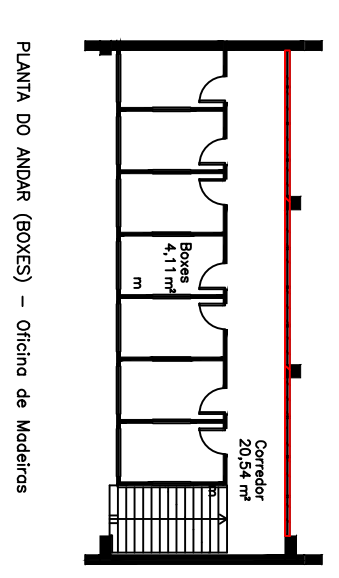
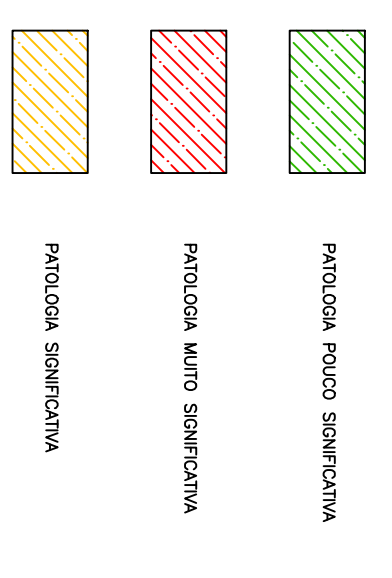
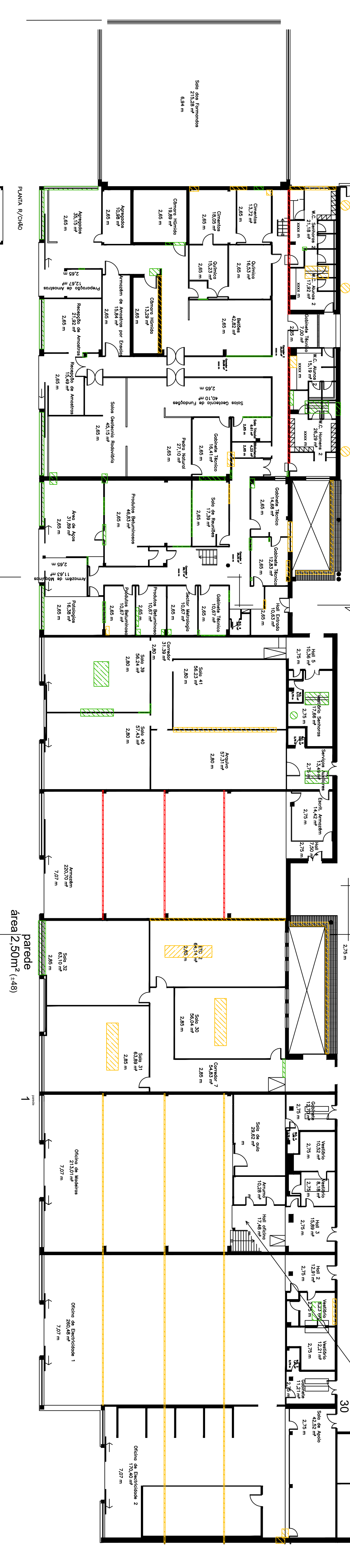
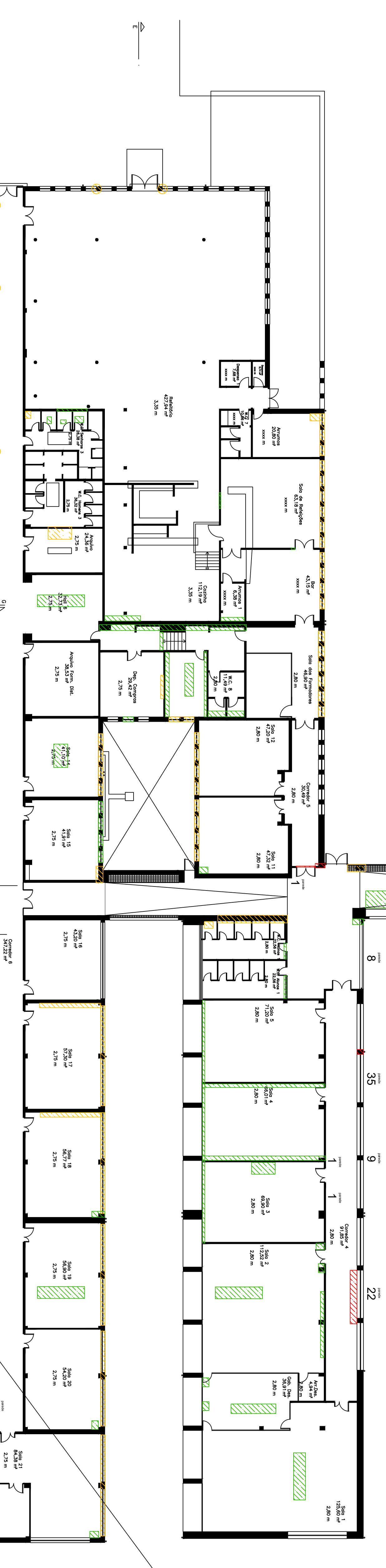
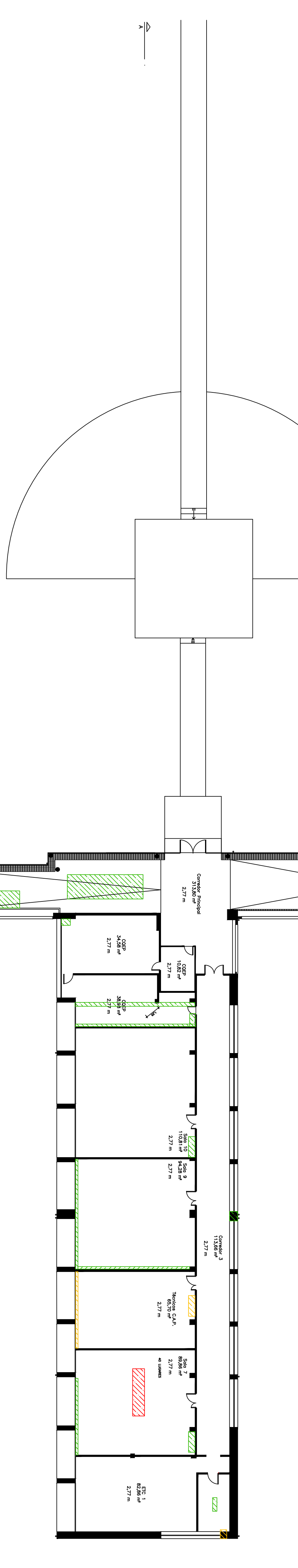
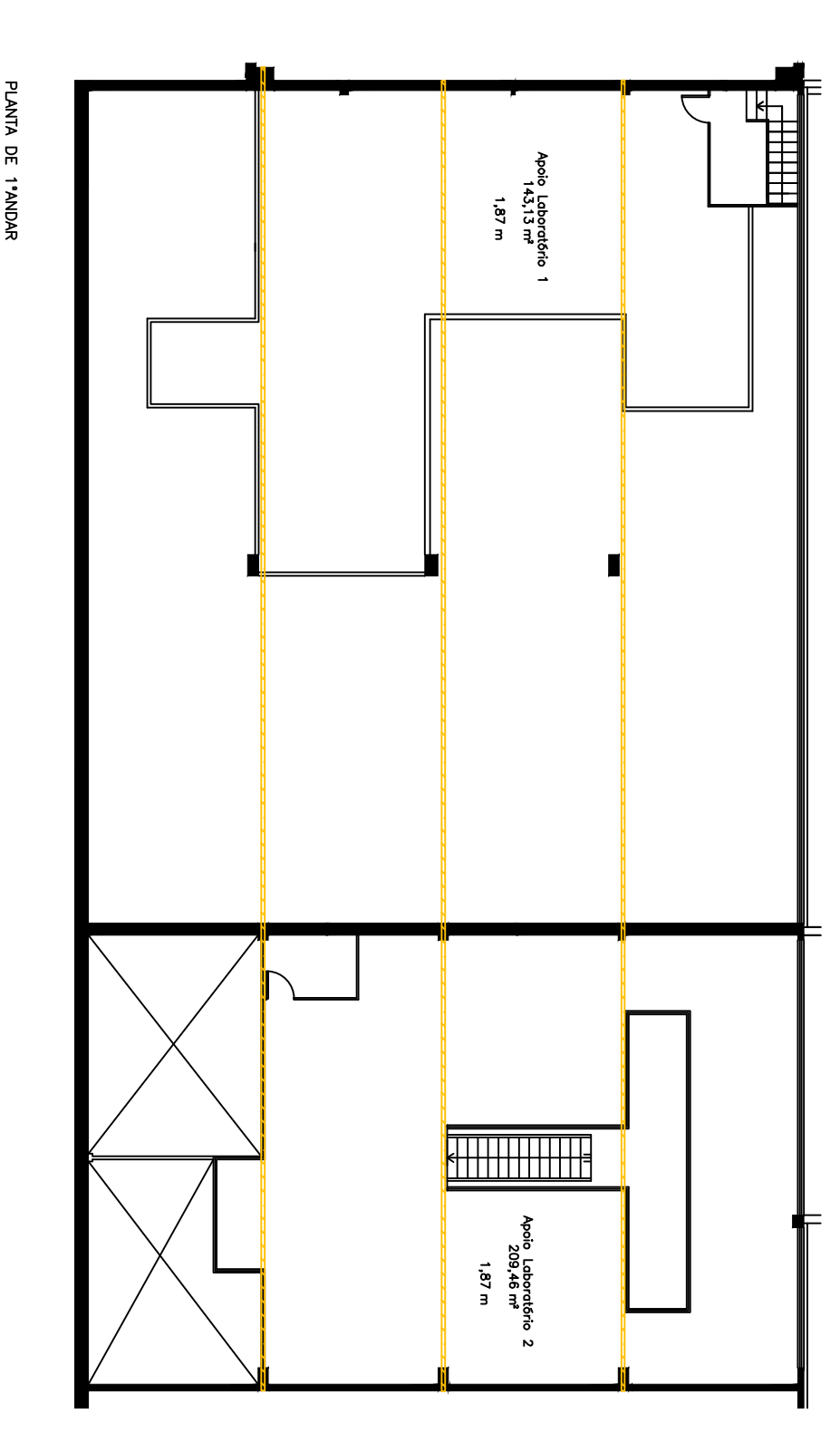
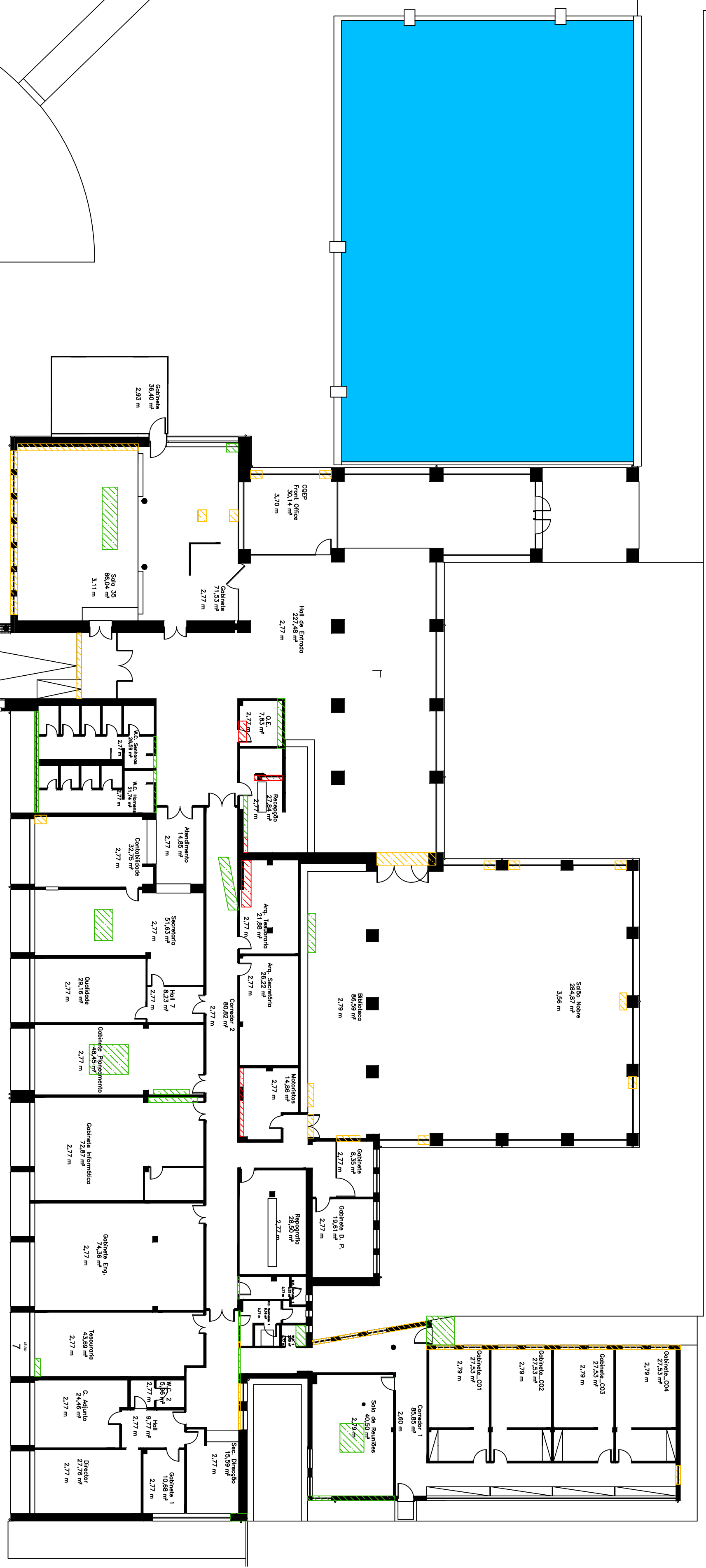
Fotografias:



Considerações:

As patologias observadas não têm importância de maior.
A intervenção deverá ocorrer quando for mais conveniente.

ANEXO II – PLANTA COM LOCALIZAÇÃO DAS PATOLOGIAS



MANEJO

INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL
CICOPIN

Galvães de Figueiredo

LOJAR DA ESPANHOLA-SERVIDO DE ANSO 4470 MAIA

IDENTIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS
CORPO A

PLANTA (edifício principal)
NÍVEL TÉRREO

PROJETO Nº: 113/07/001/01

DATA: JUN. 2017

ESCALA: 1/200

PROFESSORA: []

ASSISTENTE: []

ENCARGADO: LEVANTAMENTO

PROJETO Nº: []

DATA: []

ESCALA: []

PROFESSOR: []

ASSISTENTE: []

Planta 5/2010

Planta 6/2010

Planta 7/2010

Planta 8/2010

Planta 9/2010

Planta 10/2010

Planta 11/2010

Planta 12/2010

Planta 13/2010

Planta 14/2010

Planta 15/2010

Planta 16/2010

Planta 17/2010

Planta 18/2010

Planta 19/2010

Planta 20/2010

Planta 21/2010

Planta 22/2010

Planta 23/2010

Planta 24/2010

Planta 25/2010

Planta 26/2010

Planta 27/2010

Planta 28/2010

Planta 29/2010

Planta 30/2010

Planta 31/2010

Planta 32/2010

Planta 33/2010

Planta 34/2010

Planta 35/2010

Planta 36/2010

Planta 37/2010

Planta 38/2010

Planta 39/2010

Planta 40/2010

Planta 41/2010

Planta 42/2010

Planta 43/2010

Planta 44/2010

Planta 45/2010

Planta 46/2010

Planta 47/2010

Planta 48/2010

Planta 49/2010

Planta 50/2010

Planta 51/2010

Planta 52/2010

Planta 53/2010

Planta 54/2010

Planta 55/2010

Planta 56/2010

Planta 57/2010

Planta 58/2010

Planta 59/2010

Planta 60/2010

Planta 61/2010

Planta 62/2010

Planta 63/2010

Planta 64/2010

Planta 65/2010

Planta 66/2010

Planta 67/2010

Planta 68/2010

Planta 69/2010

Planta 70/2010

Planta 71/2010

Planta 72/2010

Planta 73/2010

Planta 74/2010

Planta 75/2010

Planta 76/2010

Planta 77/2010

Planta 78/2010

Planta 79/2010

Planta 80/2010

Planta 81/2010

Planta 82/2010

Planta 83/2010

Planta 84/2010

Planta 85/2010

Planta 86/2010

Planta 87/2010

Planta 88/2010

Planta 89/2010

Planta 90/2010

Planta 91/2010

Planta 92/2010

Planta 93/2010

Planta 94/2010

Planta 95/2010

Planta 96/2010

Planta 97/2010

Planta 98/2010

Planta 99/2010

Planta 100/2010