

RELATÓRIO TÉCNICO

ELABORAÇÃO DE ESTUDO DE ESTABILIDADE/SEGURANÇA - SECÇÃO DO EDIFÍCIO DA ESCOLA SEBASTIÃO DA GAMA

Requerente: AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE ESTREMOZ

Tipologia Edifício: EDIFÍCIO ESCOLAR

Local: “ESCOLA EB23 – SEBASTIÃO DA GAMA”

Concelho: ESTREMOZ

FEVEREIRO DE 2023

AUTORES DO ESTUDO

PAULO JORGE FARIAS RIBEIRO, ENG.CIVIL – MEMBRO SÉNIOR DA ORDEM DOS ENGENHEIROS COM O N.º 25810

Índice

AUTORES DO ESTUDO	2
1	6
INTRODUÇÃO	6
1.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	6
1.2 – INTERESSE E OBJECTIVOS DO TRABALHO	6
1.3 – BREVE DESCRIÇÃO DA PROCESSO DE ANALISE	7
2	8
PATOLOGIAS DOS EDIFÍCIOS E	8
DOS SEUS MATERIAIS	8
2.1 – GENERALIDADES	8
2.2 – PATOLOGIAS DAS DIFERENTES PARTES DA CONSTRUÇÃO	8
2.2.1 – LOCAL DE IMPLANTAÇÃO	8
2.2.2 – ENVOLVENTE	9
2.2.2.1- FACHADAS E PAREDES EXTERIORES	9
2.2.2.3 – PORTAS EXTERIORES E JANELAS	9
2.2.3 – INTERIORES	10
2.2.3.1 – CASAS DE BANHO	10
2.2.3.2 – PAVIMENTOS	11
2.3 – PATOLOGIAS DOS PRINCIPAIS MATERIAIS	11
2.3.1 – PATOLOGIAS EM BETÃO ARMADO	12
2.3.2 – PATOLOGIAS EM ALVENARIAS	13
2.4 – CAUSAS DAS ANOMALIAS	15
2.4.1 – CAUSAS DE ANOMALIAS COM ORIGEM HUMANA	16
3	17
TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO	17
3.1 – GENERALIDADES	17
3.2 – ESTUDO DE UM DIAGNOSTICO	17
3.2.1 – PRINCIPIOS GERAIS DE UM DIAGNOSTICO	17
3.2.2 – METODOLOGIA DE UM DIAGNOSTICO	18
3.3 – ANÁLISE DOCUMENTAL	19
3.3.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	19
3.3.2 – RECOLHA DE INFORMAÇÃO	20
3.3.3 – DOCUMENTAÇÃO	20
3.4 – TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO	21
3.4.1 – TIPOS DE TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO	21
3.4.2 – INSPEÇÃO VISUAL	23
4	27
SOLUÇÕES CORRECTIVAS	27
4.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	27
4.2 – BLOCO A	27
4.2.1 – RECOLHA DE INFORMAÇÃO	27
4.2.2 – INSPEÇÃO VISUAL	27
5	46
CONCLUSÕES	46
5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46

Índice de Fotos

FOTO 1 – REVESTIMENTO EXTERIOR ALÇADO SUDUESTE.....	29
FOTO 2 – FISSURAÇÃO DE REVESTIMENTO EXTERIOR.....	30
FOTO 3- ASSENTAMENTO DE PAVIMENTO EXTERIOR	31
FOTO 4- ASSENTAMENTO DO PAVIMENTO INTERIOR.....	32
FOTO 5 – FOTO DA ZONA DE ATERRO, ZONA DA RAMPA EXTERIOR	32
FOTO 6 – ZONA DE ASSENTAMENTO DO PAVIMENTO NO INTERIOR	33
FOTO 7 – PAREDES INTERIORES (ZONA DO CORREDOR ACESSO SALAS)	35
FOTO 8 – PAREDES INTERIORES ZONA SALA DE AULAS.....	35
FOTO 9 – PAREDES INTERIORES FENDAS (ZONA DO CORREDOR)	36
FOTO 10 – FISSURAÇÃO NA LIGAÇÃO ALVENARIA/PORTICO BETÃO	37
FOTO 11 – FISSURAS (SAULA AULA) LIGAÇÃO ALVENARIA /PORTICO	37
FOTO 12 – DESLIGAMENTO DE PAREDES DIVISÓRIAS DE BASES DE DUCHE.....	38
FOTO 13 – FISSURAÇÃO EM OMBREIRAS (PORTAS SALA DE AULAS)	39
FOTO 14 – FISSURAÇÃO JUNTO AOS VÃOS EXTERIORES DE ALUMÍNIO	42

Índice de Figuras

Fig. 1 – PLANTA PORMENOR CONSTRUTIVO DE REMATE OMBREIRA	40
Fig. 2 – LEGENDA DE MATERIAIS UTILIZADOS PAREDES INTERIORES.....	41
Fig. 3 – CORTE ESQUEMATICO COM LOCALIZAÇÃO DAS PATOLOGIAS IDENTIFICADAS	43
Fig. 4 – PLANTA DE FUNDAÇÕES (LOCALIZAÇÃO DAS PATOLOGIA IDENTIFICADAS)	44
Fig. 5 – PORMENOR TIPO DO MASSAME DA LAGE DE PISO (PROJETO).....	45
Fig. 6 – PLANTA DE FUNDAÇÕES MURO M1	45

Índice de Quadros

Quadro 1 – DETERIORIZAÇÕES EM ESTRUTURAS DE BETÃO.....	12
Quadro 2 – DETERIORIZAÇÕES EM ESTRUTURAS DE BETÃO.....	13
Quadro 3 - PRINCIPAIS AGENTES/MECANISMOS DE DETERIORIZAÇÃO DE ALVENARIAS	14
Quadro 4 - PRINCIPAIS FATORES GERADORES DE ANOMALIAS.....	16
Quadro 5- ASPECTOS A TER EM CONTA NA INSPEÇÃO DE UM EDIFÍCIO	23
Quadro 6 - ASPECTOS A TER EM CONTA NO EXAME DE UMA FENDA	24
Quadro 7 - CLASSIFICAÇÃO DA FISSURA EM FUNÇÃO DA RESPECTIVA ABERTURA	25

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 trata-se de locais com uma utilização diária intensa.

Existe a necessidade de melhorar as condições de ensino e conforto dos seus utilizadores (alunos, professores e funcionários) e para fazer face ao desgaste provocado pelo uso e aos problemas construtivos a que o edifício está sujeito, foi realizado este relatório de inspeção, 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 mais à frente tendo sido feito também o seu registo em planta (s) onde as mesmas se encontram assinaladas por cores em função da sua tipologia.

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.

INTRODUÇÃO

1.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Antes de qualquer intervenção num edifício ou numa estrutura, importa saber qual o seu estado de conservação, quais as anomalias existentes e a sua extensão, de forma a ser possível atuar de uma forma racional e eficaz. Só assim é possível garantir, com alguma segurança, o sucesso das intervenções de reabilitação.

Muitas vezes isso não se verifica, e perante as patologias apresentadas pelos edifícios, o sentido de urgência leva a que se parta para uma intervenção sem que se determine a causa, se avalie a importância e se estabeleça a extensão dos problemas em presença.

Este facto conduz, geralmente, a intervenções desajustadas, que não surtem efeito, ocultam os sintomas e podem, até, agravar esses problemas.

Torna-se, portanto fundamental diagnosticar corretamente os problemas apresentados pelos edifícios, dando aos responsáveis pela manutenção ou conservação a possibilidade de optar pela solução mais adequada às suas necessidades.

Cabe aos técnicos de engenharia e de arquitetura, que dispõem hoje de um vasto conjunto de ferramentas capazes de fornecer apoio muito relevante à deteção de anomalias e suas consequências.

No entanto, o diagnóstico acerca do estado de conservação e segurança não pode depender exclusivamente desses meios, requerendo o exercício permanente da experiência dos técnicos que, olhando, sabem “ler” o edifício, entendê-lo na sua complexidade, orientando e disciplinando, desse modo, o recurso às referidas técnicas.

1.2 – INTERESSE E OBJECTIVOS DO TRABALHO

Foi solicitada pelo AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE ESTREMOZ uma análise às condições de funcionamento e segurança do bloco “A” da escola EB23 Sebastião da Gama, na cidade de Estremoz, para identificar e diagnosticar as patologias emergentes.

Pretende-se com este relatório técnico fazer uma recolha de informação sobre técnicas de diagnóstico de patologias e mediante determinados cenários de patologias, propor as técnicas que melhor se adequam.

Os objetivos deste Relatório Técnico são os seguintes:

- Conhecer as anomalias não estruturais mais correntes detetáveis nas diferentes partes do edifício: local de implantação, envolvente e interiores;
- Identificar e classificar as causas das anomalias e de alguns agentes responsáveis pela deterioração dos edifícios e seus materiais;

- Relacionar as anomalias mais correntes referidas com as respetivas causas prováveis;
- Recolha de informação e classificação de algumas patologias presentes nos (s) edifícios;

1.3 – BREVE DESCRIÇÃO DA PROCESSO DE ANÁLISE

O compartimento do bloco em análise localiza-se ao nível de um piso enterrado, Rés de Chão e 1º andar.

O presente relatório diz respeito à avaliação das patologias emergentes aquando de **assentamentos do pavimento** ao nível do piso do Rés de Chão e **fissuração de paredes** identificadas numa zona mais ou menos definida da construção.

O presente documento, tem como objetivo avaliar as patologias e sugerir procedimentos para uma mais aperfeiçoada avaliação das patologias, suas causas e efeitos.

A análise e resultados que se obtiveram basearam-se na informação fornecida pelos “gestores” do estabelecimento e pela observação in situ realizada no dia 31 de janeiro de 2023, conforme relata o relatório fotográfico apresentado.

O objetivo deste parecer visa analisar as condições de funcionamento do edifício nas zonas afetadas, que impedem o funcionamento normal e o uso das várias divisões interiores do estabelecimento onde decorrem várias atividades letivas.

As condições de funcionamento estão comprometidas sempre que as exigências funcionais aplicáveis não são satisfeitas, e que essa situação pode ocorrer devido a existência de anomalias quer construtivas quer espaciais, o que obriga à realização de estudos mais exaustivos, percutores de planos de intervenção que tenham de vir a ser executados.

O bloco A da escola EB23 Sebastião da Gama foi construído no ano de 2012, sendo que este bloco foi construído genericamente com fundações diretas, vigas de fundação, pilares em betão, vigas e lajes maciças. De notar que a única técnica menos usual, foi uma viga de Betão pré-esforçado secção 0,8x0,6 m com 10,20 metros de comprimento.

Verificam-se a existência de algumas sapatas isoladas e um muro de contenção de betão armado tipo tradicional.

O pormenor tipo da laje do piso térreo (**Figura 5**) indica uma laje de betão C25/30 (B30) reforçado com fibras de aço dramix RC 65/60-BN com uma dosagem de 20kg/m³.

PATOLOGIAS DOS EDIFÍCIOS E DOS SEUS MATERIAIS

2.1 – GENERALIDADES

Ao longo da vida de um edifício são, frequentemente, detetadas insuficiências ou desajustamentos do seu desempenho, face aos requisitos a que deveria obedecer. Estas insuficiências podem ser originadas no próprio edifício, devidas a erros de projeto ou de execução, resultantes da ação do tempo (deterioração, danificação), ou provocadas pela alteração de circunstâncias externas que originam um maior grau de exigência ou expectativa.

O levantamento das insuficiências e a pesquisa das suas causas são atividades que fazem apelo a uma disciplina que atualmente se designa por patologia das construções, e que apenas deveria ser da responsabilidade de profissionais com grande experiência no domínio da conceção e construção do tipo de obra em questão.

O estudo da patologia pode-se dividir em três partes: existência de um problema, investigação do mesmo e, se viável, proposta de uma reabilitação.

Na primeira parte, o técnico encontra-se perante as anomalias, ou sinais visíveis de algo que não está correto, que manifestam a existência de um defeito na construção.

Na segunda parte, dá-se início a uma metodologia de estudo que, normalmente, segue as seguintes premissas: reconhecimento, pré-diagnóstico, investigação detalhada e diagnóstico. Nesta importante fase são fundamentais os conhecimentos e experiência (ou “profissionalismo”) do técnico responsável. O técnico deve estar na posse de todos os dados relevantes sobre as anomalias de modo a poder determinar todas as causas possíveis. Este necessita de um vasto leque de conhecimentos, desde as causas que poderão estar na origem da anomalia e dos respetivos fenómenos envolvidos às características e comportamentos dos diferentes materiais e técnicas aplicadas.

Finalmente, nos casos habituais, a terceira parte, propõe a terapêutica, a reparação ou reforço, que seja adequada.

2.2 – PATOLOGIAS DAS DIFERENTES PARTES DA CONSTRUÇÃO

2.2.1 – LOCAL DE IMPLANTAÇÃO

O local onde se situa o edifício tem uma grande influência na sua durabilidade e manutenção, principalmente por causa das condições ambientais envolvidas. Consoante a sua localização, os edifícios estão sujeitos a diferentes condições ambientais, que pressupõem diferentes conceções, materiais e pormenores construtivos.

Um dos principais problemas relacionado com a implantação é a construção em terrenos inadequados, como leitos de cheia, **aterros, terrenos com grande inclinação**, terrenos com características desfavoráveis ao sismo. Portanto, uma má escolha pode significar encargos de manutenção acrescidos, danos materiais importantes e, no limite, a perda total do edifício.

As fachadas a Sul e a Poente, por se encontrarem mais expostas à incidência solar e à chuva batida pelo vento, exigem uma melhor e adequada conceção das fachadas e do guarnecimento dos vãos.

A implantação do Bloco A, onde se manifestam as maiores patologias, foi executada sobre uma **zona de aterro**, e segundo informação recolhida nesta zona existia uma linha de água que foi suprimida, estes poderão ser alguns fatores que influenciam diretamente as possíveis causas de aparecimento das patologias agora detetadas.

2.2.2 – ENVOLVENTE

Trata-se de tudo o que está diretamente exposto aos agentes climáticos, ações de choque e erosão, ação química da poluição e dos sais contidos nos materiais, na água e no solo. Deve ser resistente a esses agentes, esteticamente agradável e, ao mesmo tempo, impedir a entrada da água para o interior do edifício e isolá-lo termicamente.

2.2.2.1- FACHADAS E PAREDES EXTERIORES

Existe um grande número de possibilidades quanto à tipologia e ao revestimento das fachadas, já no que respeita às paredes interiores a variabilidade não é tão grande.

As construções mais recentes são de tijolo cerâmico ligeiro ou de blocos de cimento, mas também podem ser de betão armado ou de blocos de betão celular ou de material autoclavado.

O acabamento da face exposta é, normalmente, feito com um reboco sobre o qual se aplica uma pintura, ou através do revestimento com azulejo ou com pedra.

As manifestações patológicas com maior expressão nas paredes são os fenómenos de fissuração e os defeitos associados à ação da humidade. Das manifestações de humidade potenciadoras de anomalias em paredes convém salientar aquelas que dizem respeito à humidade de terreno, à humidade de precipitação e à humidade de condensação.

Estando tão expostos, os revestimentos e as juntas são frequentemente os elementos cuja degradação ocorre mais depressa e é mais visível e que, em consequência, mais prematuramente suscitam a necessidade de intervenções de conservação e restauro

No “Bloco A” observou-se que a fachada que se encontra voltada a sudeste, onde está aplicado no seu revestimento o sistema “Capoto” ou ETICS, que é um sistema térmico de isolamento pelo exterior constituído por várias camadas, apresenta à data, deficiências que podem estar relacionadas com a metodologia/materiais com que foram aplicadas (**ver foto 1 e 2**).

2.2.2.3 – PORTAS EXTERIORES E JANELAS

Estes elementos constituem a caixilharia das fachadas do edifício. Um bom guarnecimento dos vãos tem reflexos muito importantes no conforto e na redução do consumo de energia (aquecimento).

Antigamente, o material mais corrente era a madeira, geralmente hoje em dia as portas e janelas são constituídas por madeira, PVC ou alumínio.

Os tipos mais comuns de degradação dos materiais de portas e janelas resultam do conjunto de fenómenos que afetam os materiais que os constituem (madeira, metais, pedra), tendo como consequência a sua perda de funcionalidade e operacionalidade, bem como a alteração do seu aspeto, por exemplo:

- Má vedação à água e ao ar;
- Mau funcionamento;
- Empenos e prisões;
- Deterioração precoce;
- Envelhecimento e degradação dos materiais não imputáveis à humidade;
- Mau isolamento do calor e do som;
- Baixo nível de proteção contra a intrusão.

No edifício do “Bloco A”, foram identificadas patologias nos vãos de janelas exteriores, foi possível observar que alguns vãos de alumínio, apresentam na parte superior uma “carga “ por parte da verga que está a deformar o caixilho, levando a perder as suas propriedades ao nível de vedação ao ar e água, poderá também a longo prazo levar à rutura do envidraçado caso a pressão da carga induzida ao vão continue. (**Ver foto 14**)

2.2.3 – INTERIORES

A presença de agentes de deterioração, particularmente da água, e a própria utilização (frequentemente desadequada) do edifício, conduz à deterioração mais ou menos rápida dos revestimentos, acabamentos e componentes interiores. A sua manutenção regular é importante para evitar a degradação das condições de habilitade e de conforto do edifício. Não se verificou no local que exista a entrada de água em nenhum dos pontos que apresentam patologias.

2.2.3.1 – CASAS DE BANHO

Trata-se de divisões que têm em comum a presença de equipamentos e instalações essenciais para o dia-a-dia, envolvendo a utilização de água, um importante agente de deterioração. Os principais problemas estão associados às fugas e infiltrações de água (que podem afetar também, os compartimentos vizinhos), à condensação de humidade, à deficiente ventilação, à reduzida durabilidade do equipamento e ao deficiente isolamento acústico.

Na vistoria ao compartimento dos balneários de apoio ao “Bloco C” Pavilhão Gimnodesportivo, foi possível observar algumas deficiências construtivas, (**Ver foto 12**), existe um afastamento das divisórias dos compartimentos de duche da parede exterior do edifício, este afastamento poderá ser originado pelo deficiente modo de execução da construção das paredes de alvenaria, não existe o travamento na ligação entre as paredes interiores / exteriores, o que provoca a longo prazo uma fissuração seguida de um afastamento, como se observa na **foto 12**.

2.2.3.2 – PAVIMENTOS

Os tetos e pavimentos constituem as duas superfícies dos diversos pisos do edifício. Os pavimentos separam horizontalmente os andares de um mesmo edifício, servindo de apoio aos ocupantes do edifício assim como a tudo que dentro dele se encontra. Os materiais de revestimento dos pavimentos mais utilizados são os cerâmicos, vinílicos entre outros.

Na visita de inspeção ao exterior, visualizamos no alçado principal do bloco A, na zona da rampa, um assentamento do pavimento como podemos observar na **foto 5**.

Interiormente também foi observado um assentamento acentuado em algumas salas como descrito mais à frente pormenorizadamente (**foto 4 e 6**).

Os principais problemas são:

- A deterioração precoce dos revestimentos;
- A presença de humidade;
- O envelhecimento dos materiais;
- O deficiente isolamento sonoro e térmico, este último, particularmente, nos edifícios dotados de sistemas de aquecimento;
- A presença de fendilhação associada a movimentos estruturais é, também, uma anomalia frequente nesta parte do edifício.

2.3 – PATOLOGIAS DOS PRINCIPAIS MATERIAIS

As patologias podem ser sistematizadas segundo o tipo de material a que se referem. Os materiais mais comuns e que mais relevâncias têm para este estudo são o betão armado, a alvenaria.

2.3.1 – PATOLOGIAS EM BETÃO ARMADO

Apresenta-se no **Quadro 1 e 2** o resumo das Deteriorações mais importantes nas estruturas de Betão

Natureza do agente	Processo/mecanismo	Anomalia/defeito
MECÂNICA		
Carga prolongada	Fluência	Deformação permanente, fissuração
Carga cíclica	Fadiga	Deformação excessiva, fissuração, colapso
BIOLÓGICA		
Microrganismos	Produção de ácidos	Lixiviação
Organismos, plantas	Deposição de matéria orgânica/sujidade	Degradação do aspecto
QUÍMICA		
Ácido	Lixiviação	Desintegração
Água pura	Lixiviação	Desintegração
Sulfato	Formação de etringite e gesso	Expansão, desintegração
Alcali+sílica	RAS	Expansão
Alcali+pedra carbonatada	RAC	Expansão

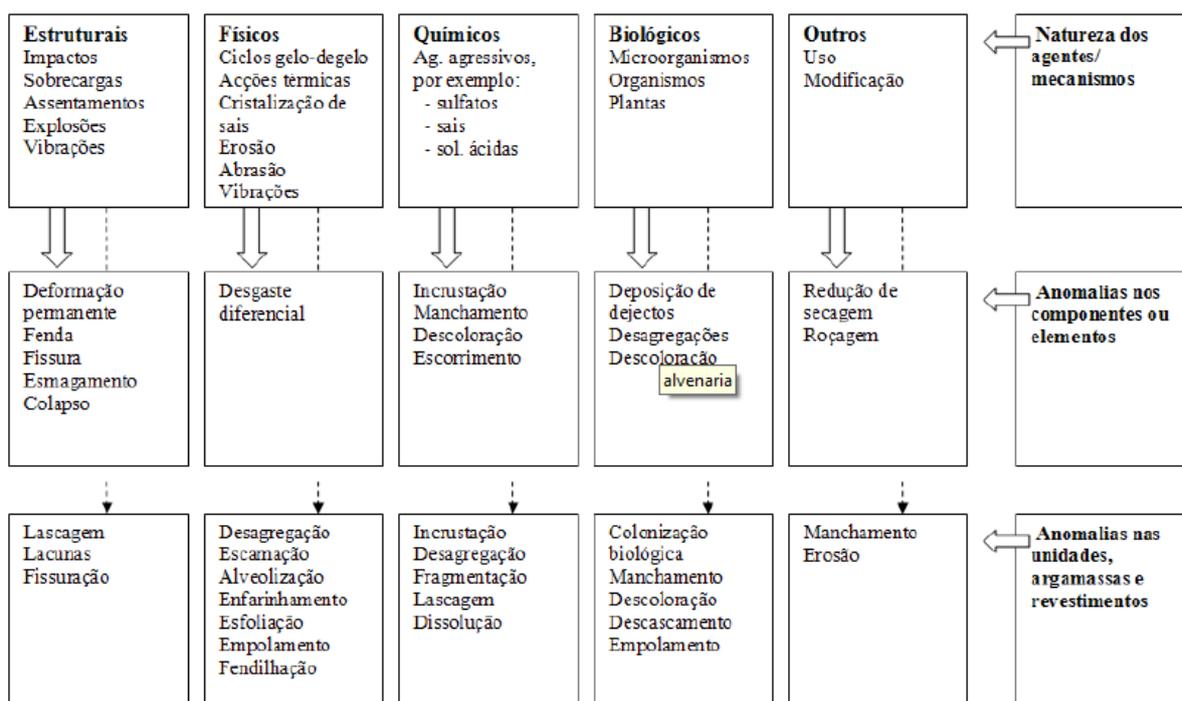
Quadro 1 – DETERIORIZAÇÕES EM ESTRUTURAS DE BETÃO

Natureza do agente	Processo/mecanismo	Anomalia/defeito
Dióxido de carbono	Carbonatação generalizada	Despassivação das armaduras
Cloretos	Despassivação local	Corrosão por picada (<i>pitting</i>) das armaduras
Tensão-despassivação	Corrosão sob tensão, fragilização pelo hidrogénio	Rotura do pré-esforço
FÍSICA		
Baixa temperatura	Gelo	Desintegração
Variação de temperatura	Expansão	Encurtamento, dilatação. Deformação imposta
Humidade relativa	Retracção ou expansão	Encurtamento, dilatação. Deformação imposta
Temperatura	Gradiente	Deformação (curvatura)
Humidade relativa	Gradiente	Deformação (curvatura)
Gelo + saís de descongelamento	Remoção de calor	Escamação
Depósitos atmosféricos	Deposição de matéria orgânica/sujidade	Degradação do aspecto
USO		
Pisoteio, tráfego	Desgaste	Perda de função
Água corrente	Erosão	Danificação da superfície
Água turbulenta	Cavitação	Escavação da superfície

Quadro 2 – DETERIORIZAÇÕES EM ESTRUTURAS DE BETÃO

2.3.2 – PATOLOGIAS EM ALVENARIAS

Para além da patologia do componente ou elemento de alvenaria no seu conjunto (geralmente paredes, mas também embasamentos, colunas, arcos e abóbadas de diversos tipos), é adequado distinguir as anomalias das unidades que constituem a alvenaria (pedra, tijolo, terra), da argamassa de assentamentos e do revestimento de proteção existente (rebocos, pinturas, azulejos, entre outros.)



Quadro 3 - PRINCIPAIS AGENTES/MECANISMOS DE DETERIORIZAÇÃO DE ALVENARIAS

As anomalias que afetam a apresentação de um edifício são estudadas, sobretudo, ao nível das unidades (pedra, tijolo), argamassas de assentamento e revestimentos de proteção.

Os revestimentos de pedra nem sempre correspondem ao incremento pretendido de qualidade e dignidade do edifício. Devido a erros ou omissões de projeto, erros de execução, má seleção de materiais, ações de origem mecânica exteriores, agentes atmosféricos e ações ambientais diversas surgem muitos casos patológicos. As anomalias que se distinguem são a descolagem e o desprendimento de placas, tornando-se particularmente graves por colocarem em risco a segurança física dos utentes dos espaços circundantes do edifício. Outras anomalias não tão importantes, mas que se prendem mais com questões estéticas e com o mau desempenho do sistema são as manchas de carbonatação ou de humidade, a colonização biológica, a fendilhação de pedras e a rotura de pedras nos pontos de inserção e oxidação dos gatos.

As argamassas são empregues nas alvenarias sob duas formas principais:

- Assentamento ou revestimento, com função estrutural que contribui para a coesão e solidez da alvenaria;
- Reboco, com a função de proteger a alvenaria e de valorizar esteticamente a construção.

Normalmente é revestida com uma pintura, ou com um barramento ou com placas de material pétreo, cerâmico ou outro. Quanto aos rebocos, a anomalia mais frequente é a fendilhação, normalmente sob a forma “mapeada”. Esta anomalia é causada por defeitos de conceção, por retração ou resistência inicial excessiva. Interessa salientar os efeitos das intervenções

desajustadas, resultantes da utilização de materiais incompatíveis com os materiais tradicionais, como por exemplo o cimento *portland*, que tendem, a prazo, a destacar-se dos suportes de pedra e cal.

Outro mecanismo também importante nos rebocos corresponde ao envelhecimento dos materiais, devido à ação dos agentes climáticos, eventualmente acelerado por uma força de uma deficiente composição da argamassa. A chuva e o vento provocam a erosão superficial dos rebocos.

Nos rebocos e revestimentos de paredes ocorrem anomalias como depósitos de sujidade e crostas negras.

A mais grave causa de deterioração dos revestimentos é a água, que penetra na alvenaria através de vários mecanismos. A evaporação desta água origina a cristalização dos sais solúveis nelas presentes, a qual se manifesta sob a forma de eflorescências, criptoefflorescências e alveolização, perda de coesão ou pulverização e deslocamento do suporte. Se a água presente na alvenaria gelar, pode ocorrer o deslocamento do suporte e a desagregação dos rebocos e revestimentos.

2.4 – CAUSAS DAS ANOMALIAS

A determinação das causas de anomalias em edifício é tarefa bastante complexa e extremamente difícil. Nem sempre é possível identificar uma causa de forma única e clara, dado, por exemplo, a grande variedade de elementos e materiais constituintes do edifício, as múltiplas funções que desempenham as várias partes de um edifício e os elementos de construção que o integram, a complexidade do meio ambiente que envolve o edifício e os diversos tipos de atividades dos seus utentes, e a atuação simultânea dos diversos agentes causadores.

As anomalias podem apresentar diversos sintomas, que raramente podem ter uma única causa, mas que geralmente podem ter diversas causas que ocorrem em simultâneo ou em sequência com acumulação de efeitos no tempo. Assim sendo, uma mesma causa pode provocar diferentes patologias e por outro lado sintomas diferentes. Não existem regras ou procedimentos predefinidos para a determinação das causas de uma anomalia. Cada caso é um caso e deverá ser analisado como tal.

O reconhecimento das causas, através de uma investigação cuidadosa, é a base para o tratamento futuro, tendo como princípio universal que somente eliminando a causa se resolve o problema.

Identificar corretamente as causas só será possível após a realização de inspeções e diagnósticos completos e adequados, executados por técnicos experientes.

As causas que se encontram na origem das anomalias podem ser de dois tipos, designadamente:

- Causas Humanas
- Outras Causas

2.4.1 – CAUSAS DE ANOMALIAS COM ORIGEM HUMANA

Os erros humanos podem ser muitos e variados e podem ocorrer durante as várias fases por que passa a construção de um empreendimento. As causas humanas são a maior fonte do aparecimento de anomalias na construção.

No Quadro 1.3 enumeram-se os principais factos potencialmente geradores de anomalias muito comuns nos edifícios habitacionais associadas às diferentes fases do processo de construção.

Fases	Causas
Concepção e Projecto 	Ausência de projecto
	Inadequação do programa do edifício ou sua alteração insuficientemente fundamentada
	Má concepção
	Inadequação ao ambiente (de natureza geotécnica, geofísica e/ou climática)
	Inadequação a condicionamentos técnicos ou económicos
	Informação insuficiente
	Escolha ou quantificação inadequada das acções
	Modelos incorrectos de análise ou de dimensionamento
	Pormenorização insuficiente ou deficiente
	Erros numéricos ou enganos de representação
Seleção e especificação incorrectas de materiais e técnicas construtivas	
Execução 	Não conformidade entre o que foi projectado e o efectivamente executado
	Má qualidade dos materiais entregues
	Falta de preparação e de qualificação da mão-de-obra utilizada
	Manuseamento e processos de aplicação inadequados de materiais
	Má interpretação do projecto
	Ausência ou insuficiência de fiscalização
Alterações inadequadas das soluções de projecto, incluindo no que se refere aos materiais propostos	
Utilização 	Alteração das condições de utilização previstas, implicando, nomeadamente, o agravamento das acções consideradas no projecto
	Remodelações e alterações mal estudadas
	Degradação dos materiais (deterioração anormal por incúria na utilização)
	Ausência, insuficiência ou inadequação da manutenção
	Alterações das condições do contexto envolvente do edifício, não previstas no projecto (escavações importantes, novas construções, demolições de edifícios contíguos)

Quadro 4 - PRINCIPAIS FATORES GERADORES DE ANOMALIAS

TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO

3.1 – GENERALIDADES

Quando um edifício apresenta um conjunto significativo de patologias não é possível partir diretamente para os trabalhos de intervenção/reparação sem um estudo de diagnóstico, que será a primeira fase do processo de reabilitação.

Chama-se estudo de diagnóstico ao conjunto de procedimentos destinados a garantir o justo conhecimento acerca de um edifício ou estrutura, incluindo a avaliação do seu estado de conservação e segurança e a determinação das causas das anomalias observadas.

Em todo o diagnóstico, a investigação tem de ser levada a cabo de forma profunda e ordenada. É necessário elaborar uma metodologia para cada caso. O técnico terá de ter um grande conhecimento, não só das técnicas construtivas como também das características e do comportamento estrutural; dos materiais, da forma de execução e colocação correta e dos fatores prováveis que podem influir na origem das incompatibilidades.

O técnico tem de ter uma visão global das construções juntamente com um sentido muito apurado de observação; terá que utilizar todos os seus sentidos: visão, audição, olfato e tato; interpretar o que se observa à vista simples ou mediante diferentes instrumentos que utiliza e também deverá possuir engenho para criar técnicas e procedimentos que no processo de investigação não destruam dados (elementos) que poderão ter valor.

No presente capítulo, faz-se referência da importância e metodologia de um diagnóstico e procura-se abordar e sistematizar algumas das técnicas existentes de diagnóstico de patologias de edifícios: inspeção visual, equipamentos e ensaios in situ e laboratoriais.

3.2 – ESTUDO DE UM DIAGNOSTICO

3.2.1 – PRINCIPIOS GERAIS DE UM DIAGNOSTICO

A realização do diagnóstico é essencial a uma correta intervenção sobre o construído e tem de ser, como já foi dito, anterior a qualquer ação de projeto ou construtiva.

Diagnosticar num elemento construído, não é mais do que detetar e determinar uma falha, que ocorra num determinado local. Esta ação permite identificar um problema e em acordo com os procedimentos disponíveis é possível identificar as causas que estiveram na origem do problema e prever-se com alguma segurança as consequências futuras.

No meio técnico nacional há, atualmente, uma aceitação geral da importância do lançamento de análises e diagnósticos destinados à identificação das patologias em elementos de construção, possibilitando-se assim a escolha da melhor solução. Esta aceitação baseia-se numa conceção, ou entendimento, onde o diagnóstico é encarado com elaboração de um modelo de comportamento. Exige-se então uma vasta e rigorosa coleta de informação, assim como, uma longa e sólida experiência profissional das entidades envolvidas.

Deste modo, reforça-se a ideia de que a identificação correta das causas e a avaliação rigorosa da situação real é uma condição indispensável para a resolução de patologias. Nestas análises é necessário evitar as posições extremas, isto é o excessivo otimismo ou excessivo pessimismo. Uma avaliação muito otimista do estado e carácter das patologias em elementos da construção poderá conduzir ao prejuízo potencial da segurança e da economia a médio/longo prazo. A posição de excessivo pessimismo poderá conduzir à delapidação dos recursos.

A validade de um diagnóstico só é normalmente certificável quando à eliminação das causas apontadas corresponda, efetivamente, o desaparecimento ou a paragem da progressão dos efeitos indesejados. A lentidão de muitos fenómenos inerentes ao comportamento das construções, associada ainda ao carácter cíclico de alguns outros, faz com que a correção de um diagnóstico deva ser apreciada com uma adequada perspetiva temporal.

Perante o estudo do diagnóstico, o dono de obra conhece as necessidades de intervenção global no edifício, as possíveis soluções de reparação e a estimativa dos custos unitários dos trabalhos de reabilitação, o que lhe permitirá definir uma estratégia de intervenção que poderá ser global ou faseada.

3.2.2 – METODOLOGIA DE UM DIAGNOSTICO

Sendo essencial, o estudo de diagnóstico é também uma tarefa muito exigente e de grande delicadeza, já que num processo patológico de uma dada construção se cruzam problemas de uma enorme diversidade que, facilmente, atingem dimensão que impõe o conhecimento generalizado, por um lado, especializado, por outro, de tudo o que é a própria essência da construção.

Assim, o estudo de diagnóstico é, à partida, trabalho para um técnico generalista, com sólida formação em áreas tão diversas como geotecnia, estruturas, alvenarias, revestimentos, isolamentos e acabamentos, instalações técnicas; é também, contraditoriamente, trabalho para um especialista, ou melhor, para equipas de especialistas que prossigam o aprofundamento de cada tema.

De certo modo, a contradição aparente que atrás se salientou, justifica as vias que se podem percorrer para chegar ao diagnóstico:

- **Via empírica, em que o estudo se baseia exclusivamente no “saber de experiência feito” do (s) seu(s) autores(s);**
- Via científica, em que o diagnóstico se baseia no recurso a modelações matemáticas e físicas, à experimentação in situ ou em laboratório;
- Combinação das duas vias, que significa o recurso preliminar à experiência do observador prosseguido pela utilização de meios complementares de diagnóstico.

Neste Relatório técnico agora apresentado o diagnóstico foi elaborado através da **via empírica**, em que o estudo se desenvolveu com base exclusivamente na experiência dos seus autores.

O estudo apresentado foi executado com base na seguinte metodologia:

i. Análise da informação escrita e desenhada

Desenhos gerais de pormenor;

Especificações técnicas de trabalhos executados;

“História” de eventuais intervenções.

ii. Realização de um inquérito

Identificar as zonas mais degradadas que devem ser visitadas;

Verificar o carácter sistemático de certas patologias;

Detetar as exigências dos utilizadores.

iii. Visita ao interior e exterior dos edifícios

iv. Realização de um levantamento fotográfico do edifício e suas patologias, sendo de grande importância quando não dispomos de informação desenhada.

O diagnóstico tem sido muitas vezes entendido como sendo a procura e a explicação das causas patológicas, mediante a observação e a análise dos seus efeitos, mas há situações em que as causas, pelo menos as mais próximas, são perfeitamente conhecidas (anomalias resultantes de um sismo, de uma explosão, ou da aplicação de sobrecargas excessivas). Em tais casos, em que a simplicidade do estabelecimento das causas não está necessariamente associada à clareza do estabelecimento das responsabilidades, o diagnóstico deve ser dirigido sobretudo para a análise da situação real da construção, de molde a definir as formas de intervenção corretiva.

3.3 – ANÁLISE DOCUMENTAL

3.3.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Como primeiro passo do processo do estudo do diagnóstico, é necessário reunir todos os dados referentes ao desenho, construção e utilização do edifício ou elemento em questão, e que mediante o seu estudo e análise podem dotar dados que poderão ser responsáveis ou poderão contribuir para o aparecimento de anomalias.

3.3.2 – RECOLHA DE INFORMAÇÃO

A recolha de informação sobre uma construção ou estrutura e a sua envolvente pode iniciar-se pelo levantamento da própria definição geométrica da estrutura assim como das características dos materiais que a constituem. Essa recolha tanto pode ser feita sobre uma estrutura sã e intacta, tendo em vista o estudo de eventuais alterações da sua própria constituição ou das ações a que está sujeita, como sobre uma estrutura afetada na sua capacidade de desempenho por acidentes ou outras formas de deterioração.

Podem distinguir-se três grandes áreas de recolha de informação, tendo em vista o estudo e a caracterização:

- Da construção, seus elementos e materiais;
- Da envolvente e das ações sobre a estrutura;
- Do comportamento da construção

O estudo e caracterização da construção envolvem:

- O levantamento da sua geometria, dos materiais constituintes e das suas anomalias;
- A caracterização desses mesmos materiais constituintes, o que pressupõe a avaliação das suas propriedades e a deteção e caracterização das suas alterações e anomalias.

O estudo e caracterização da envolvente da construção visa o conhecimento das ações físicas que se exercem sobre a construção e que determinam a sua resposta, instantaneamente ou ao longo do tempo.

3.3.3 – DOCUMENTAÇÃO

Deve ser feita uma análise da **informação escrita** fornecida pelo dono de obra, nomeadamente memórias descritivas e justificativas, condições técnicas especiais, características administrativas, arquitetónicas, construtivas do edifício e materiais entregues.

Deve ser feita uma análise da **informação desenhada**, isto é, dos desenhos gerais, de pormenor e de telas finais.

A análise cuidada dos desenhos de arquitetura facilita uma primeira familiarização do Técnico com o edifício a analisar, permitindo numa primeira análise detetar erros de projeto, de coordenação das diversas especialidades e adequação entre elas, onde se poderão verificar possíveis pontos do conflito que, durante a execução, poderão ter sido razão para a ocorrência de anomalias. A análise dos projetos das especialidades irá permitir a verificação da adequabilidade e compatibilidade dos processos e materiais empregues na construção.

Infelizmente, não só nem sempre se dispõe destes elementos, como muitas vezes não há mesmo qualquer elemento desenhado disponível. Nestes casos, é necessário recorrer às entidades licenciadoras para obter cópias dos desenhos do projeto de licenciamento o que torna nalguns casos todo o processo de recolha de dados moroso e de dificuldade acrescida. É necessário o conhecimento da existência de **eventuais intervenções**, realização projetos de reforma, remodelações executadas, troca de uso, durante a utilização do edifício.

A informação sobre os **dados climáticos da região** onde os edifícios se localizam é importante para conhecer as condições atmosféricas sob as quais a construção foi executada e as condições a que está sujeita após a construção.

A realização de um **levantamento fotográfico do edifício** e das suas patologias com enfoque especial na deteção minuciosa das anomalias principalmente as mais relevantes, e a identificação do local/anomalia é de grande relevância quando não se dispõe de informação desenhada, pode-se esclarecer detalhes construtivos e a evolução do edifício e do meio que o rodeia.

A **informação verbal** obtida mediante conversas e entrevistas com todos os intervenientes no desenho, cálculos, construção, manutenção e utilização do edifício é importante.

Para a realização deste estudo técnico foi fornecido pela entidade licenciadora as Peças escritas: Memoria Descritiva e Justificativa, do Projeto de Fundações e Estruturas, o Plano de Sondagens, as peças desenhadas do Projeto de Fundações e Estruturas. Foi realizado aquando da visita técnica ao local um levantamento fotográfico das várias patologias e identificadas de acordo com as plantas. Não foi possível obter informação verbal com os autores do projeto de fundações e Estruturas, nem com técnicos da construção. Foi “entrevistado “ o diretor da Escola e alguns funcionários com ligação à escola durante a fase de construção dos novos Blocos (A, B e C).

3.4 – TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO

3.4.1 – TIPOS DE TECNICAS DE DIAGNÓSTICO

Existem muitas técnicas para obter a informação necessária para uma avaliação do estado de uma construção, desde a simples (mas fundamental) inspeção visual, às técnicas de ensaio *in situ* e técnicas de ensaio laboratoriais sobre amostras recolhidas em obra.

A inspeção visual é feita a olho nu ou com o auxílio de instrumentos óticos ou de películas especiais que potenciem a capacidade visual. Este tipo de análise aplica-se, sobretudo à avaliação das características geométricas da estrutura e à identificação genérica dos materiais que a constituem e dos sintomas patológicos eventualmente presentes. No entanto, dada a intensificação do esforço de investigação a que se tem assistido nos últimos anos para ampliar o alcance e a eficácia das técnicas não destrutivas ou semi-destrutivas de inspeção e ensaio das construções, em particular das de betão armado, é hoje possível recorrer a toda uma panóplia de técnicas e instrumentos, da mais variada natureza, que facilitam as observações ou multiplicam o seu alcance e rigor. Estas técnicas e instrumentos podem proporcionar dados importantes aos responsáveis pela conceção das intervenções de conservação, reparação e recuperação de construções, ajudando a :

- Recolher a informação de que necessitam para avaliar a capacidade de desempenho da construção.
- No caso de existirem danos, deficiências ou anomalias, determinar as suas causas, possibilitando, assim, uma intervenção mais adequada.
- Avaliar corretamente a importância e a extensão das degradações existentes.
- Adotar medidas corretivas menos intrusivas e mais bem-adaptadas.
- Definir e planear atempadamente as intervenções.
- Monitorizar o comportamento dessas intervenções

As técnicas de ensaio existente são geralmente classificadas em destrutivas, ligeiramente destrutivas ou não destrutivas. Embora, preferivelmente para a construção, os métodos de ensaio devessem ser inteiramente não destrutivos, torna-se necessário recorrer a muitos que envolvem danos mais ou menos importantes para os edifícios.

Também se pode separar as técnicas de ensaios em ensaios in situ e ensaios laboratoriais. Os ensaios de laboratório, realizados sobre amostras dos componentes da construção ou dos materiais neles recolhidos, são uns complementos importantes, muitas vezes indispensáveis, dos ensaios in situ.

Os ensaios in situ são, em geral, não ou reduzidamente destrutivos e permitem uma classificação qualitativa ou quantitativa indireta das características mais significativas. Os ensaios de laboratório são sempre algo destrutivos (realizados sobre amostras) mas permitem obter resultados quantitativos diretos.

As características observadas ou grandezas medidas (mensuradas) tanto podem ser as causas como os efeitos associados a um determinado aspeto do comportamento da construção. Por exemplo, uma variação de temperatura (causa) produz na construção uma deformação (efeito).

Para possuírem a necessária fiabilidade, as inspeções, ensaios ou outras atividades devem obedecer a um conjunto de requisitos, em particular no que concerne a qualificação dos operadores e a manutenção e calibração dos instrumentos. A adequada garantia de conformidade com tais requisitos só é possível no seio de uma organização dotada de um sistema de gestão da qualidade suficientemente eficaz.

Não foram realizados no local qualquer tipo de ensaio ou em laboratório foi apenas realizada a inspeção visual das várias patologias presentes.

3.4.2 – INSPEÇÃO VISUAL

Durante a inspeção visual, deverão ser verificadas e classificadas todas as anomalias detetadas em todas as partes do edifício.

A observação e a análise dos sintomas patológicos, permitem realizar um primeiro diagnóstico baseado na experiência, intuição e observação do investigador.

A inspeção visual é muitas vezes suficiente. No entanto, a inspeção deve ser conduzida de uma forma sistemática de modo a reduzir possíveis erros de avaliação.

A inspeção visual de um edifício ou construção corrente, com vista à avaliação do seu estado, deverá incluir uma visão de conjunto, abrangendo todos os aspetos que podem ser relevantes, tais como, local de implantação, estrutura, envolvente exterior e interiores do edifício.

Foi realizado uma inspeção visual em todos os edifícios reportados com patologias e foi registado esta inspeção através de relatório fotográfico mais à frente apresentado.

O **Quadro 5** resume os aspetos mais relevantes na inspeção de um imóvel com vista à avaliação das condições em que se encontra.

Parte do edifício	Aspectos a ter em conta
Local de implantação	Terreno de fundação
	Acessos e arranjos exteriores
	Infra-estrutura local
	Estacionamento, garagem
Envolvente	Paredes
	Coberturas
	Guarnecimento dos vãos
Interiores	Pavimentos e tectos
	Paredes interiores

Quadro 5- ASPECTOS A TER EM CONTA NA INSPEÇÃO DE UM EDIFÍCIO

No que diz respeito às fissuras e fendas, a avaliação visual é suficiente para caracterizar o tipo de fissuração. As principais causas do aparecimento de fissuras são a variação de temperatura externa, retração térmica, retração hidráulica, retração por secagem, assentamento plástico, corrosão de armaduras, reação álcali-agregado e deformação da estrutura.

A classificação de fendas e fissuras é feita de acordo com a sua localização, extensão, profundidade, largura, estado de degradação do elemento ou zona e exigência temporal de reparação.

Aspecto a salientar	Observações
Direcção	- Analisar se a fissura é horizontal, vertical ou diagonal. - Analisar se é dentada ou variável e regular. - Verificar se existem fendas paralelas.
Extensão	- Ver tamanho. - Analisar se a fissura se estende ao longo do material ou no limite dele.
Largura	- Efectuar observações e registar para além da largura se esta afunila. - Anotar a hora, data, temperatura e humidade na altura em que é feita a observação.
Profundidade	- Analisar o nível de construção onde a fenda ocorre e se esta se estende a outro nível.
Alinhamento	- Anotar os diversos níveis de materiais de ambos os lados da fenda, dado que pode haver deslocamento de um dos lados em relação ao outro. Tal permite o conhecimento do tipo de força que motiva a fissura (intensidade e direcção).

Aspecto a salientar	Observações
Rugosidade da aresta	- Se esta é arredondada, rugosa, polida ou lascada.
Enchimento da fenda	- Observar se a fenda se encontra limpa ou com detritos (terra, insectos, líquenes) permitindo assim determinar a sua idade.
Efeito do tempo	- Não é imperativo que uma fenda seja reparada logo que detectada. Por vezes, é vantajoso observar o seu comportamento diagnosticando a sua causa.
Elementos estruturais adjacentes	- Diagnosticar os materiais próximos da fenda e respectiva condição, bem como qualquer factor no ambiente e nas proximidades da fenda que a possa ter causado, agravado ou acelerado.

Quadro 6 - ASPECTOS A TER EM CONTA NO EXAME DE UMA FENDA

	Abertura da fissura em mm											
	0	0,1	0,2	0,25	0,5	1	1,5	2	3	5	15	25
CSTB/Veiga	Microfissuras / microfendas			Fissuras / fendas médias					Fendas / fraturas			
Shohet	Fiss. capilar			N.1	N.2	Nível 3			Nível 4			
CIB	Desprezável		Finas (0,1 a 1 mm)			Moderada (1 a 5 mm)			Largas			
BRE	Capilar			Nível 1			Nível 2			N.3	N.4	
Bidwell	Finas						Médias (até 10 mm)			Largas		
Kaminetzky	---				Ligeiras			Moderadas		Pronunciadas		
Gaspar, Flores-Colen e Brito	Nível 0 < 0,1 mm		Nível 1 0,1-0,25 mm		Nível 2 0,25-1 mm		Nível 3 1-2 mm		Nível 4 > 2 mm			
	Fio de cabelo		Limiar da visibilidade		Visível, localizada. Não visível em fotografias (exceto em detalhes de pormenor)		Bem definida. Tenuamente visível em fotografia a 3 m da fachada. Pode estar acompanhada de mais anomalias		Efeitos estruturais. Facilmente visível em fotografia			
	Micro-fissuras		Fissuras			Fendas						

Quadro 7 - CLASSIFICAÇÃO DA FISSURA EM FUNÇÃO DA RESPECTIVA ABERTURA

No entanto, a simples observação pode ser complementada por um conjunto de observações adicionais, muito simples, não destrutivas ou reduzidamente intrusivas, que permitem retirar da visita à obra o máximo de informação útil para o posterior encaminhamento do assunto.

Na generalidade das situações, a informação recolhida permitirá fazer uma primeira triagem; nos casos mais simples, a informação recolhida permitirá, eventualmente, chegar a um diagnóstico.

Devido à urgência e prazos curtos não foi possível aplicar nas fendas e fissuras mecanismos como “testemunhos” ou medidor ótico de fissuras, que nos podiam facultar mais informação acerca da tipologia das fissuras encontradas.

As fissuras podem ser classificadas de passivas (também designadas por mortas ou estabilizadas) ou ativas (também designadas por vivas ou não estabilizadas). O que distingue estes dois tipos de fissura é a amplitude do movimento: se, durante um período inferior a 6 meses ou 1 ano, a fissura sofrer um deslocamento visível, então é ativa. No caso de não existir qualquer tipo de movimento ou este ser considerado desprezável, então a fissura está estabilizada, sendo considerada passiva. A distinção entre os dois tipos de fissura deve ser feita através do acompanhamento da evolução das fissuras ao longo do tempo.

As fissuras passivas são fissuras em que a causa que as originou já não existe ou deixou de ter efeito sobre a zona onde se geraram as fissuras. Deste modo, as fissuras são consideradas como estando estabilizadas.

As fissuras ativas são fissuras que ainda sofrem movimentos e que poderão vir a aumentar de dimensão. Pode ser difícil de conseguir a estabilização da fissura, visto a causa possível da sua ocorrência poder ser difícil de identificar. Devem distinguir-se as fissuras consoante a evolução que têm, podendo sofrer agravamento das causas ao longo do tempo ou apenas sofrer variações cíclicas ou fortuitas. As fissuras de origem térmica (variações sazonais ou diárias) são um caso de fissuras que possuem, geralmente, aberturas cíclicas, devido às variações de temperatura do material fraturado e dos elementos confinantes.

SOLUÇÕES CORRECTIVAS

4.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Neste capítulo serão descritas as principais patologias observadas nos vários edifícios (Blocos A, C). Será feita a indicação das técnicas de diagnósticas mais adequadas para identificar a origem da patologia observada.

Não se pretende proceder à aplicação destas técnicas, mas sim propor técnicas de diagnósticas apropriadas.

A metodologia, assim como os equipamentos e ensaios a utilizar são os descritos no Capítulo 3.

Para a realização deste capítulo contou-se não só com a ajuda da informação recolhida no Capítulo 2 como da consulta do Projeto de Fundação e Estruturas.

Os edifícios em estudo apresentam alguma diversidade entre eles, no que respeita a materiais, técnicas construtivas, entre outros, apresentando assim diferentes patologias que os caracterizam.

4.2 – BLOCO A

4.2.1 – RECOLHA DE INFORMAÇÃO

O “bloco A” da escola EB23 Sebastião da Gama foi construído em 2012, sendo que este bloco foi construído genericamente com fundações diretas, vigas de fundação, pilares em betão, vigas e lajes maciças. De notar que a única técnica menos usual, foi uma viga de Betão pré-esforçado secção 0,8x0,6m com 10,20 metros de comprimento.

A região de Estremoz no decorrer deste inverno tem obtido níveis de precipitação elevados.

Quanto á exposição atmosférica a cidade de Estremoz é caracterizada pelos seus Invernos com muito orvalho e geada.

Na informação recolhida foi descrito que as fissuras/fendas tiveram o seu aparecimento à cerca de 4/6 meses, sendo nestes últimos meses o agravamento da abertura das fendas e fissuração do pavimento no interior do edifício.

Foram analisadas as peças desenhadas e escritas da zona onde emergem as patologias, e analisadas detalhadamente.

4.2.2 – INSPEÇÃO VISUAL

Fendilhação em paredes devido a assentamentos diferenciais Análise do padrão evolutivo:

- Fenda estável
- Fenda em evolução com tendência para a estabilização
- Fenda em evolução sem tendência para a estabilização
- Comportamento cíclico diário
- Comportamento cíclico sazonal

As fundações são constituídas por elementos que ficam enterrados, invisíveis e também inacessíveis a inspeções periódicas. Em consequência, os defeitos patológicos que apresentam não são detetados de forma direta, mas sim de forma indireta através das repercussões sobre a estrutura. De algum modo a patologia das fundações mistura-se nas patologias da estrutura, complicando justificar a verdadeira causa dos danos.

Muitos dos acontecimentos instabilizadores de fundações, quando detetados a tempo, poderão permitir a utilização de medidas corretivas como, por exemplo, os assentamentos de fundações, a execução de estacas de reforço adicional, a implantação de sistemas de drenagem adequados e ainda o escoramento da estrutura.

A fundação é um elemento estrutural com a função de transmitir as cargas da estrutura ao terreno onde ela se apoia, devendo apresentar resistência mecânica para suportar as tensões devido aos esforços solicitantes, rigidez suficiente para não provocar a rutura e controlar de formações.

2 – Inspeção no local das condições de funcionamento

Na visita ao edifício, nomeadamente ao bloco “A” no seu interior e exterior detetou-se um número elevado de patologias/anomalias emergentes, que se passam a descrever e a documentar fotograficamente:

A) Descolamento de sistema de isolamento pelo exterior ETICS.

1. Verifica-se no paramento do Bloco A com maior incidência no paramento a sudeste, a deficiente solidarização do isolamento térmico às paredes (**ver foto 1 e 2**)



FOTO 1 – REVESTIMENTO EXTERIOR ALÇADO SUDUESTE



FOTO 2 – FISSURAÇÃO DE REVESTIMENTO EXTERIOR

B) Assentamento de pavimentos exteriores/interiores – Patologia 2

Verifica-se nos locais indicados em planta (**ver figura 3 e 4**), o assentamento de pavimentos exteriores e interiores.

O Assentamento de pavimento observado á data é superior a 1 cm, manifesta-se com maior ou menor profundidade ao longo do eixo descrito na **figura 4**. Acredita-se que esta patologia esteja diretamente relacionada com a fendilhação das paredes interiores e exteriores identificadas nas **fotos 7,8 e 9**. Note-se também que o desenvolvimento da patologia ocorre na zona de maior aterro, ou seja, a tardoiz do muro de betão armado (**M1**). Da informação obtida no local constata-se que antes da construção do bloco, passava uma linha de água que segundo informação obtida no local, mas não confirmada, passaria mais ou menos na zona onde se tem detetado e agravado a referida patologia. De salientar que nas zonas onde ocorrem as maiores patologias deste tipo, houve escavações com profundidades elevadas (**ver foto 5**) e posteriormente aterros na mesma área de escavação, a zona de maior aterro ultrapassou os 5 metros. Da análise da **figura 3** constata-se que houve cuidado nas soluções nas zonas de aterro, sendo que a última camada (**ver figura 5**) terá sido um massame de betão C25/30 (B30) reforçado com fibras de aço Dramix RC 65/60-BN com uma dosagem de 20kg/m³. De qualquer das formas, uma execução do aterro menos cuidada, pode ser uma das causas desta patologia em questão.



FOTO 3- ASSENTAMENTO DE PAVIMENTO EXTERIOR



FOTO 4- ASSENTAMENTO DO PAVIMENTO INTERIOR



FOTO 5 – FOTO DA ZONA DE ATERRO, ZONA DA RAMPA EXTERIOR



FOTO 6 – ZONA DE ASSENTAMENTO DO PAVIMENTO NO INTERIOR

C) Fendilhação de paredes interiores. – Patologia 1 e patologia 3

Constatou-se na vistoria a fendilhação de algumas paredes, muitas delas com fendas com largura superior a 3mm (**ver fotos 4,7,8 e 9**).

As zonas de fissuração encontram-se indicadas em planta (**ver figuras 3 e 4**). Segundo informação recolhida, num passado recente já se tinham verificaram algumas patologias em algumas das paredes, que tendo sido “intervencionadas”, voltaram a manifestar os mesmos problemas.

As fendas agora observadas apresentam-se de forma diagonal em paredes não estruturais com ângulo de cerca de 45.º e com fendas superiores a 3 mm de largura. As fendas diagonais de espessura variável indicam normalmente **assentamentos diferenciais da estrutura ou de pavimentos** por variadas razões das quais as mais usuais se esquematizam na tabela seguinte:

Problemas típicos decorrentes da ausência de investigação (Schnaid *et al.*, 2005 in Carvalho, 2010)

Tipo de Fundação	Problemas típicos decorrentes
Fundações Superficiais	Tensões no solo excessivas, incompatíveis com as características reais do solo, resultando em assentamentos inadmissíveis ou rutura;
	Fundações em solos/aterros heterogéneos, provocando assentamentos diferenciais;
	Fundações em solos compressíveis sem estudos sobre os possíveis assentamentos, resultando em grandes deformações;
	Fundações apoiadas em materiais de comportamentos muito diferentes, sem junta, o que origina assentamentos diferenciais;
	Fundações apoiadas numa camada dura que esta sobreposta sobre solos moles, sem análise de assentamentos, ocasionando rutura ou grandes deslocamentos das fundações;

QUADRO 4.1 – CLASSIFICAÇÃO DA FISSURA EM FUNÇÃO DA RESPECTIVA ABERTURA

Constata-se também que no projeto estrutural analisado, não está projetado lintel de betão, por debaixo de algumas paredes que foram identificadas com patologias. Nesse âmbito, fica a dúvida do que existe sob essas paredes no sentido de poder suportar o peso próprio das mesmas e impedir assentamentos diferenciais das mesmas.

As fissuras encontram-se ativas, uma vez que segundo informação recolhida, a progressão do seu comprimento e largura tem sido visível em períodos de espaço relativamente curtos, sendo que a patologia tem manifestado um maior grau de progressão nos últimos meses, coincidentes com períodos de chuva relevantes na região.

Foram identificadas também **fissuras horizontais próximo do teto** e em ponto singular das laterais das caixilharias. As mesmas encontram-se com maior incidência no piso térreo, sendo que no primeiro piso também foram verificadas com menos incidência. São de pequena espessura e de grande desenvolvimento linear (**ver fotos 10 e 11**). Da análise visual e para esta patologia específica, acredita-se que algumas forças atuantes estão a ser transmitidas pelos elementos estruturais para as paredes de compartimentação, originando a fendilhação das mesmas. Uma outra hipótese poderá ser também a deficiente execução entre elementos, geralmente entre a ligação da alvenaria e a estrutura de betão (pórticos da laje).

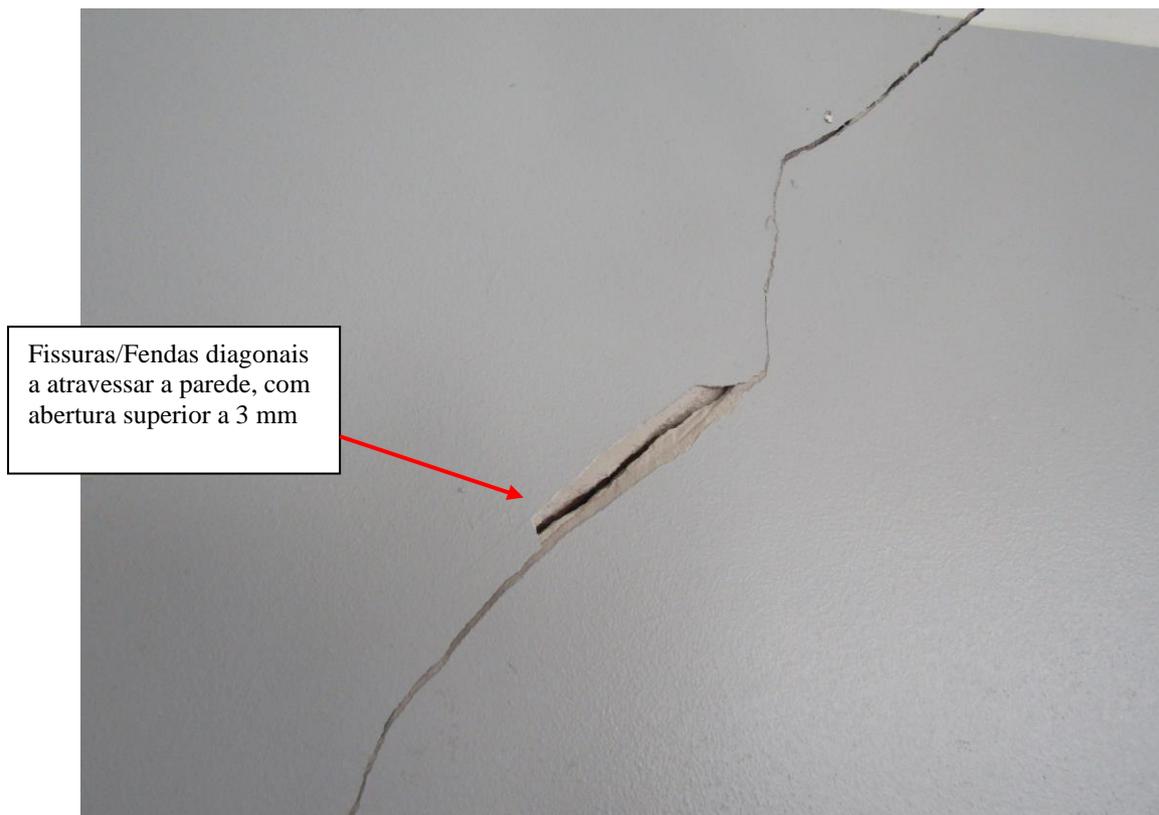


FOTO 7 – PAREDES INTERIORES (ZONA DO CORREDOR ACESSO SALAS)

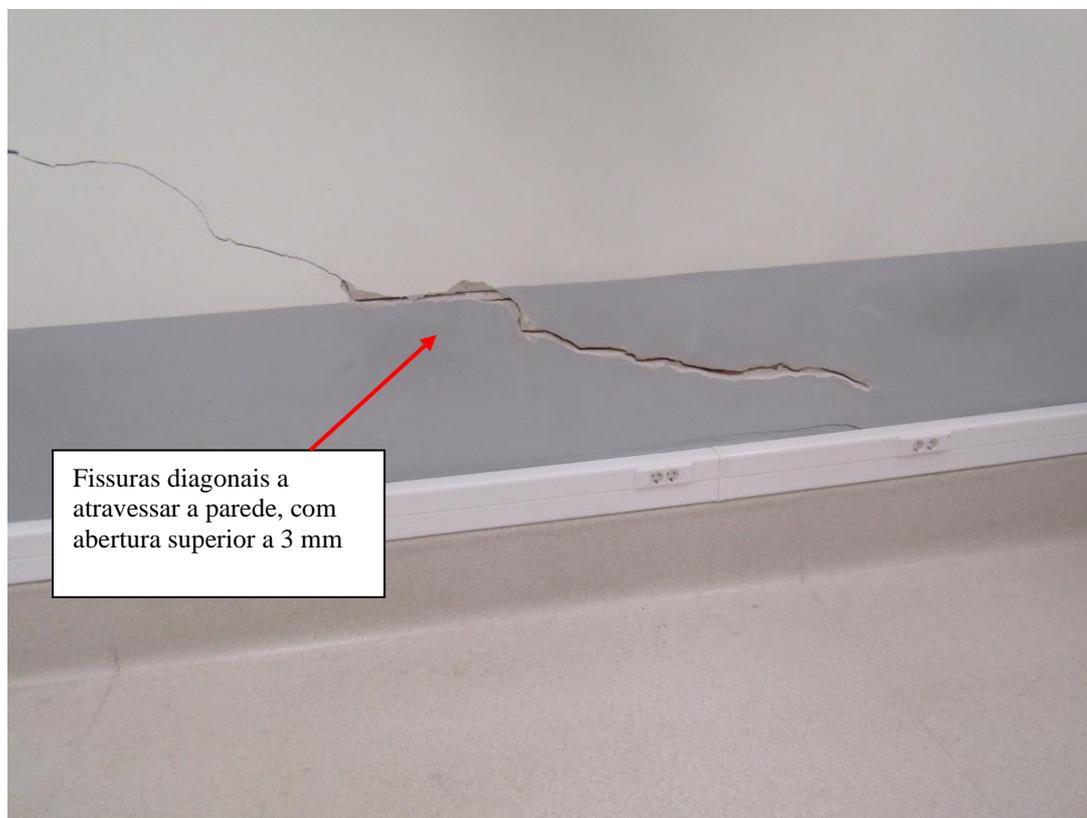


FOTO 8 – PAREDES INTERIORES ZONA SALA DE AULAS



Fissuras/Fendas diagonais a atravessar a parede, com abertura superior a 3 mm

FOTO 9 – PAREDES INTERIORES FENDAS (ZONA DO CORREDOR)

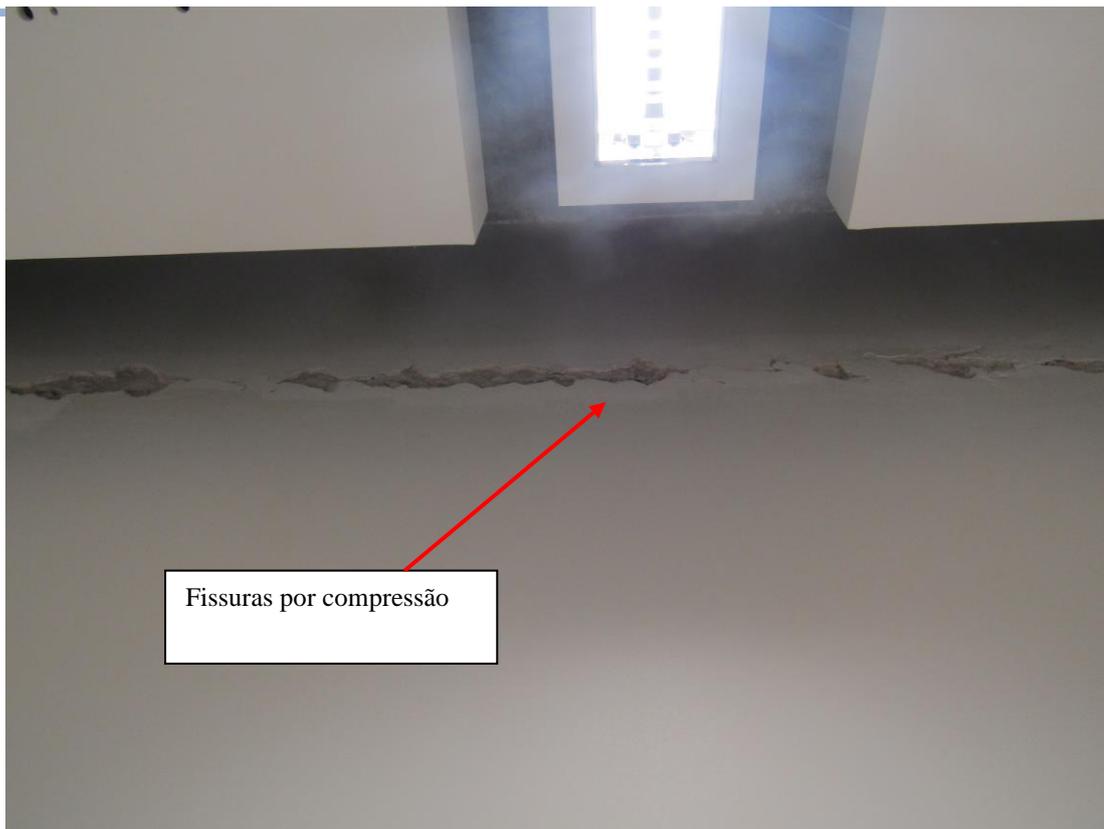


FOTO 10 – FISSURAÇÃO NA LIGAÇÃO ALVENARIA/PORTICO BETÃO

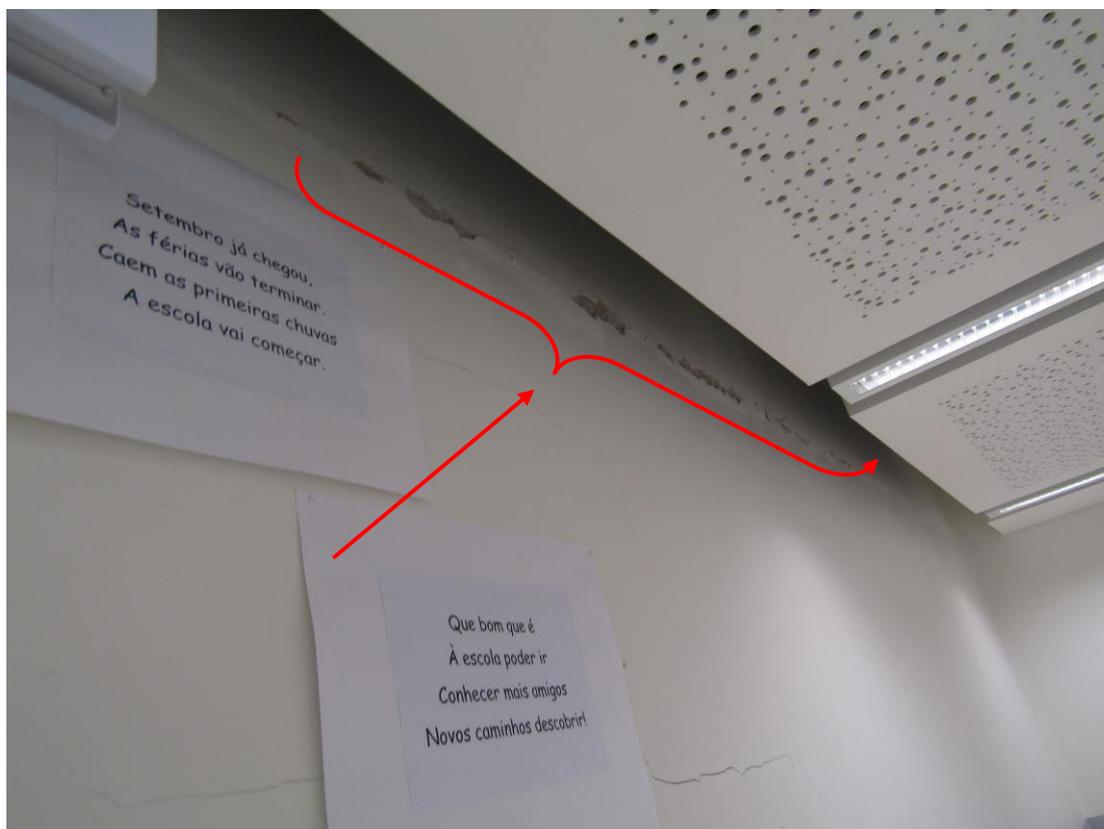


FOTO 11 – FISSURAS (SAULA AULA) LIGAÇÃO ALVENARIA /PORTICO

D) Desligamento de paredes de compartimento “BALNEÁRIOS”

Verificou-se também o desligamento de paredes interiores devido a deficiências de execução, nomeadamente no que se refere a travamento de paredes perpendiculares interiores, nomeadamente em instalações sanitárias do Bloco C.



FOTO 12 – DESLIGAMENTO DE PAREDES DIVISÓRIAS DE BASES DE DUCHE



FOTO 13 – FISSURAÇÃO EM OMBREIRAS (PORTAS SALA DE AULAS)

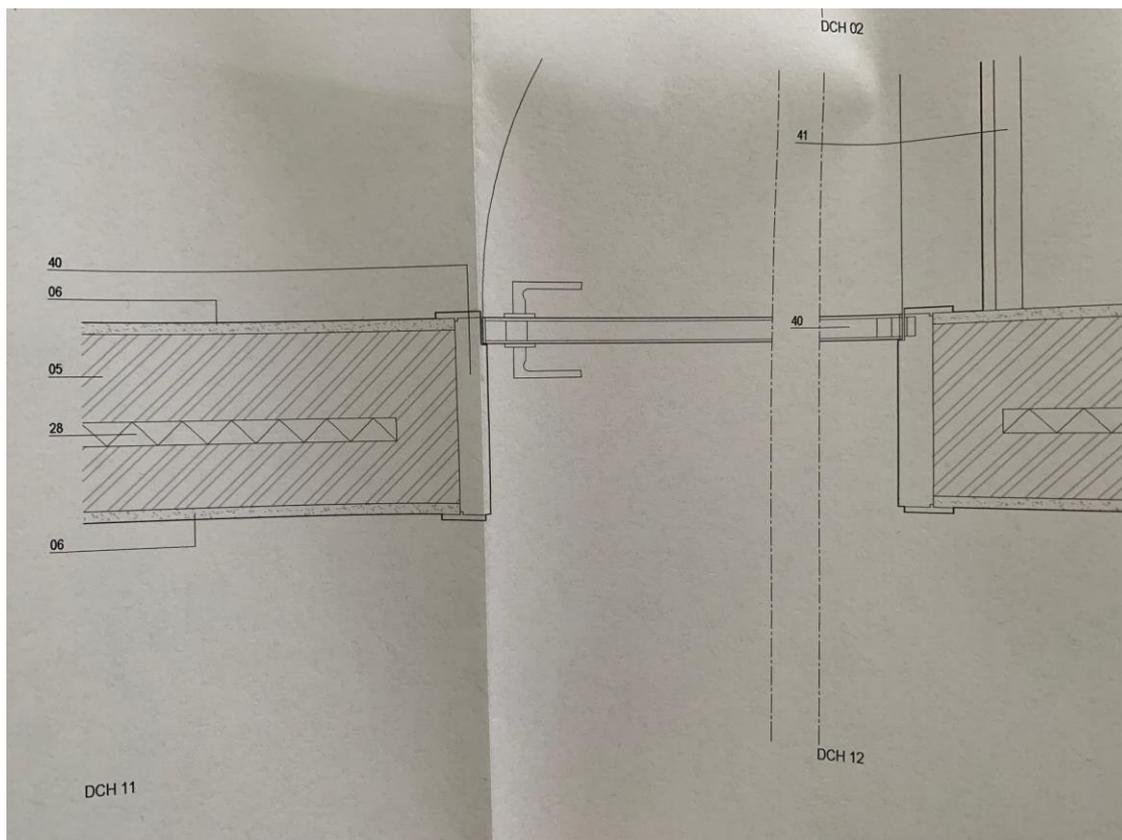


Fig. 1 – PLANTA PORMENOR CONSTRUTIVO DE REMATE OMBREIRA

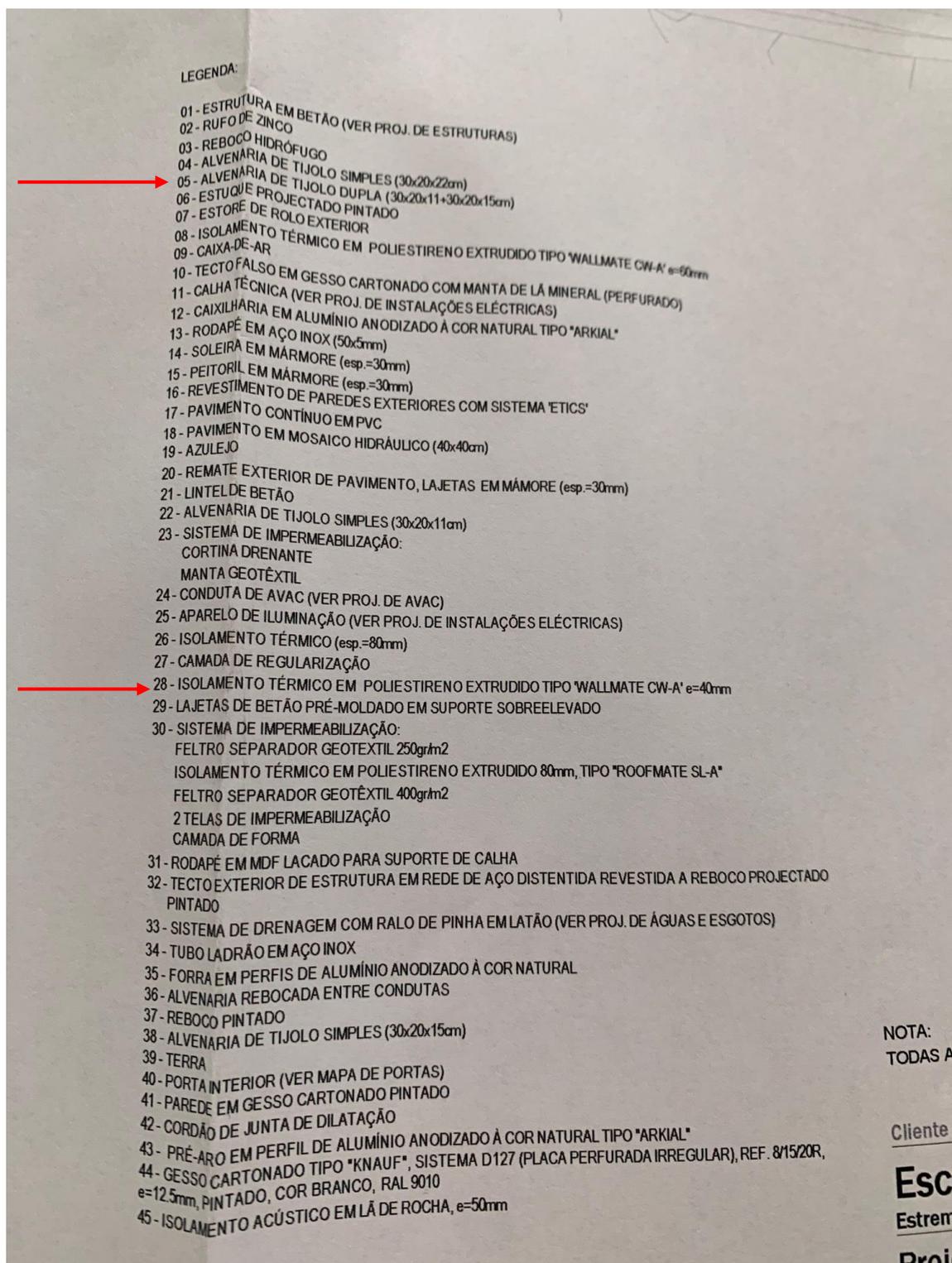


Fig. 2 – LEGENDA DE MATERIAIS UTILIZADOS PAREDES INTERIORES

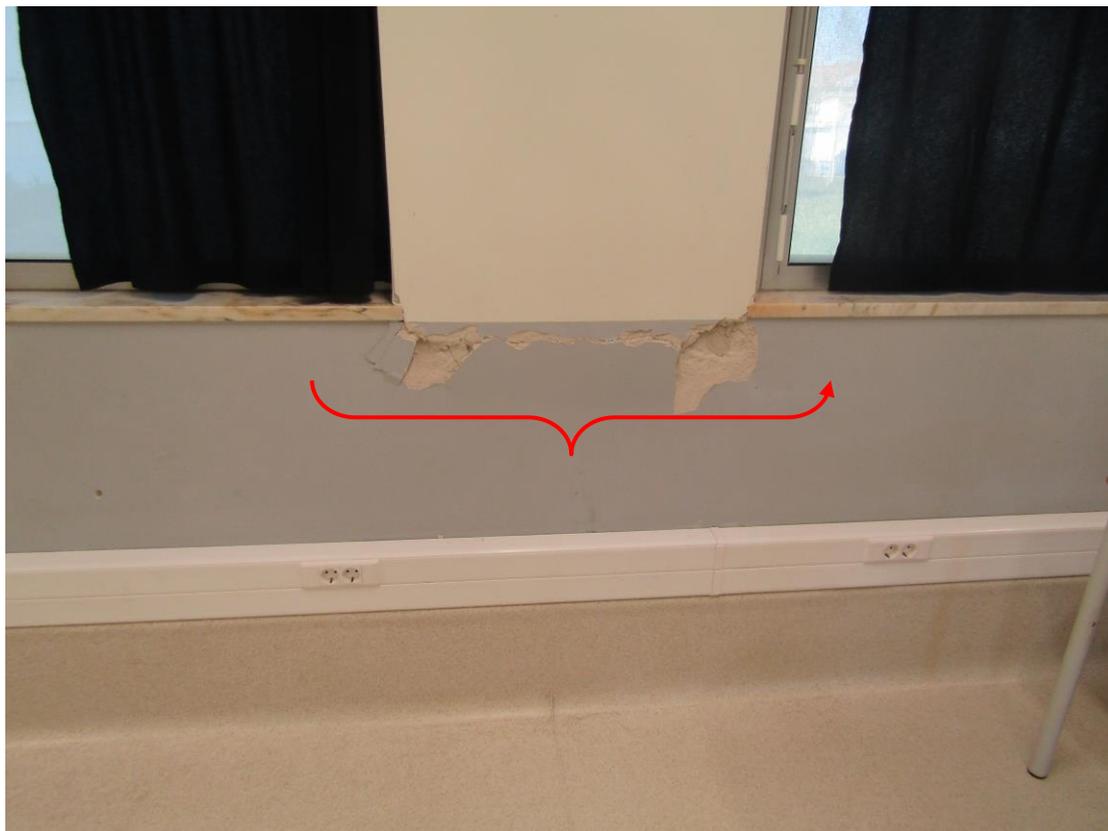


FOTO 14 – FISSURAÇÃO JUNTO AOS VÃOS EXTERIORES DE ALUMINIO

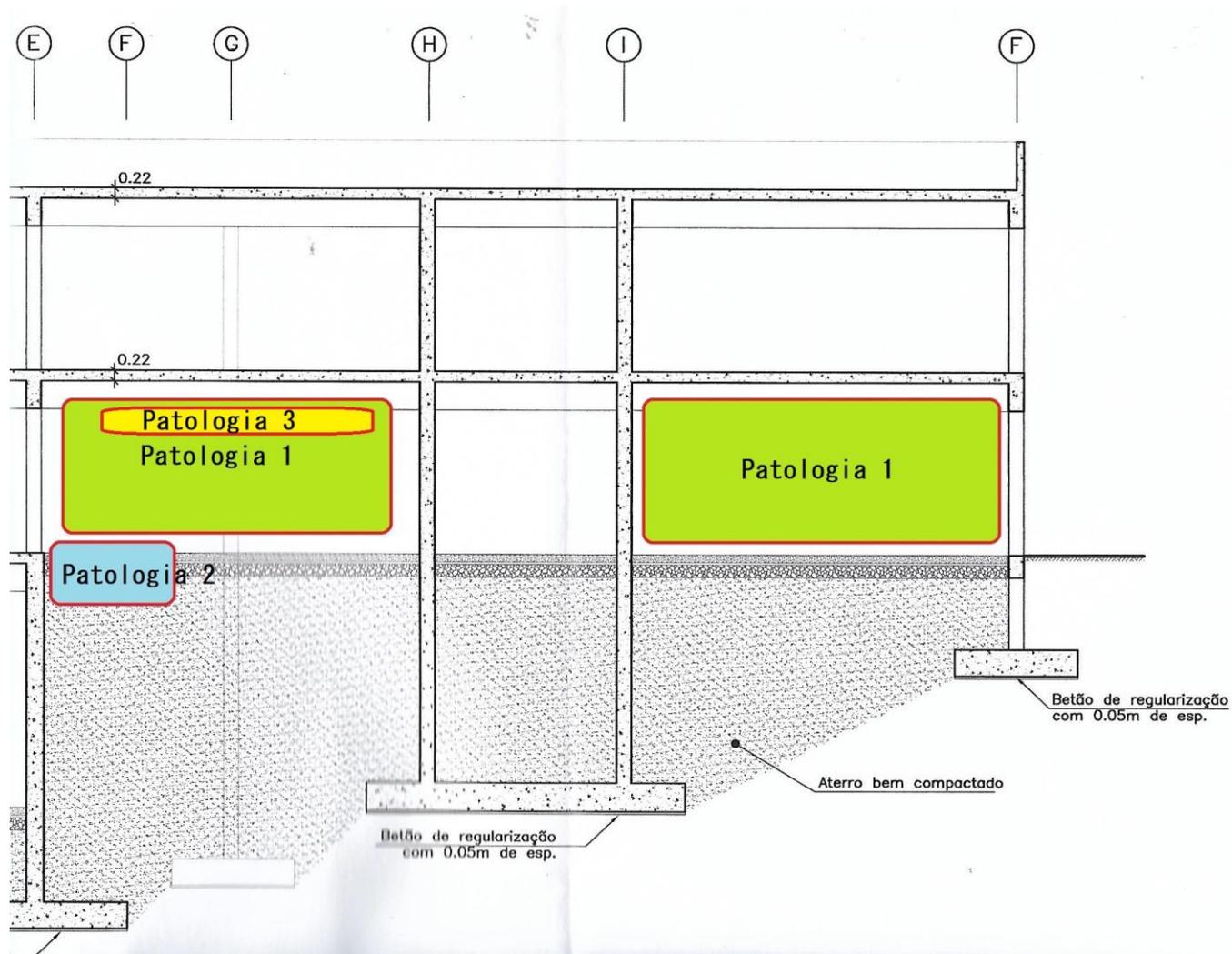


Fig. 3 – CORTE ESQUEMATICO COM LOCALIZAÇÃO DAS PATOLOGIAS IDENTIFICADAS

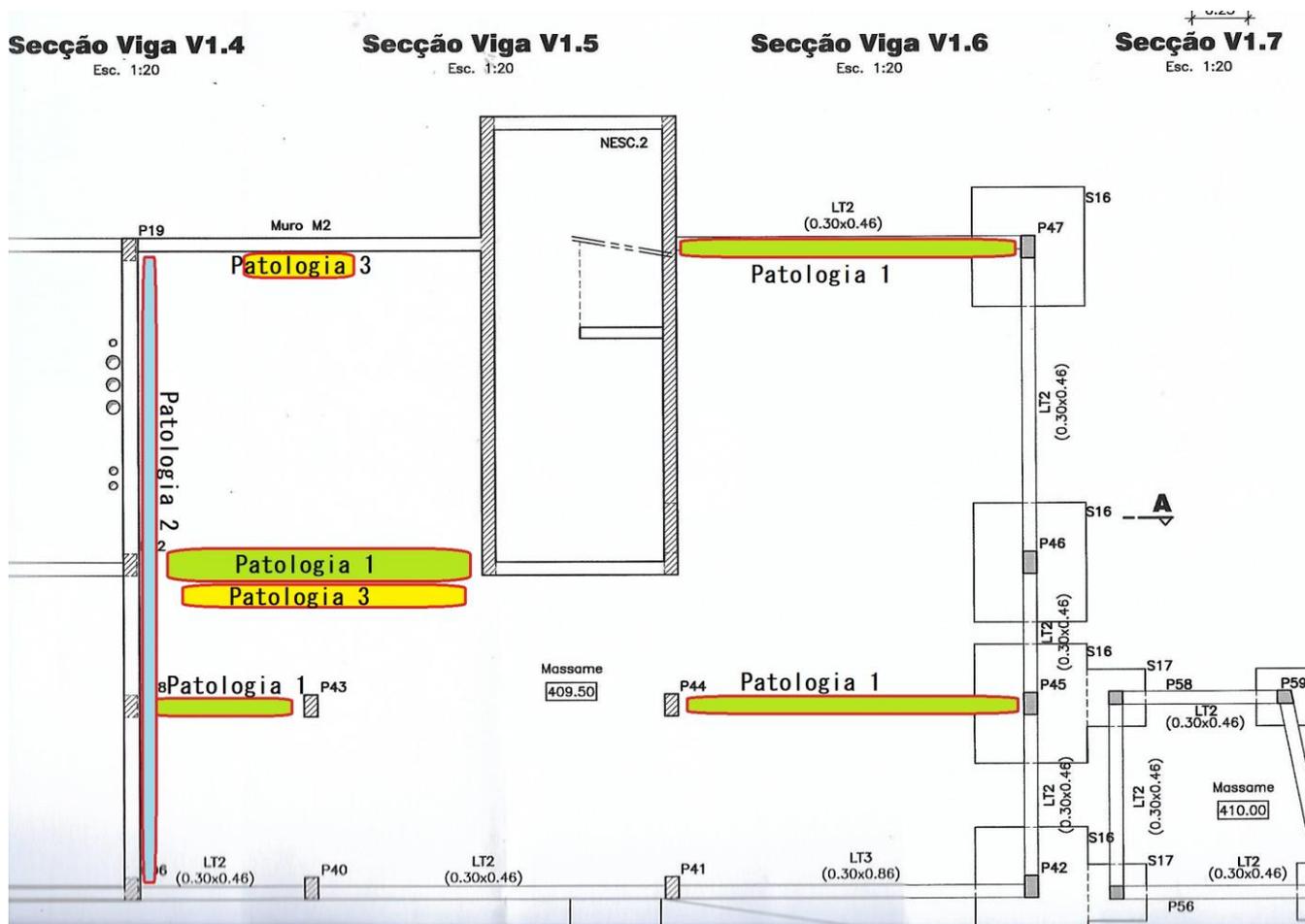
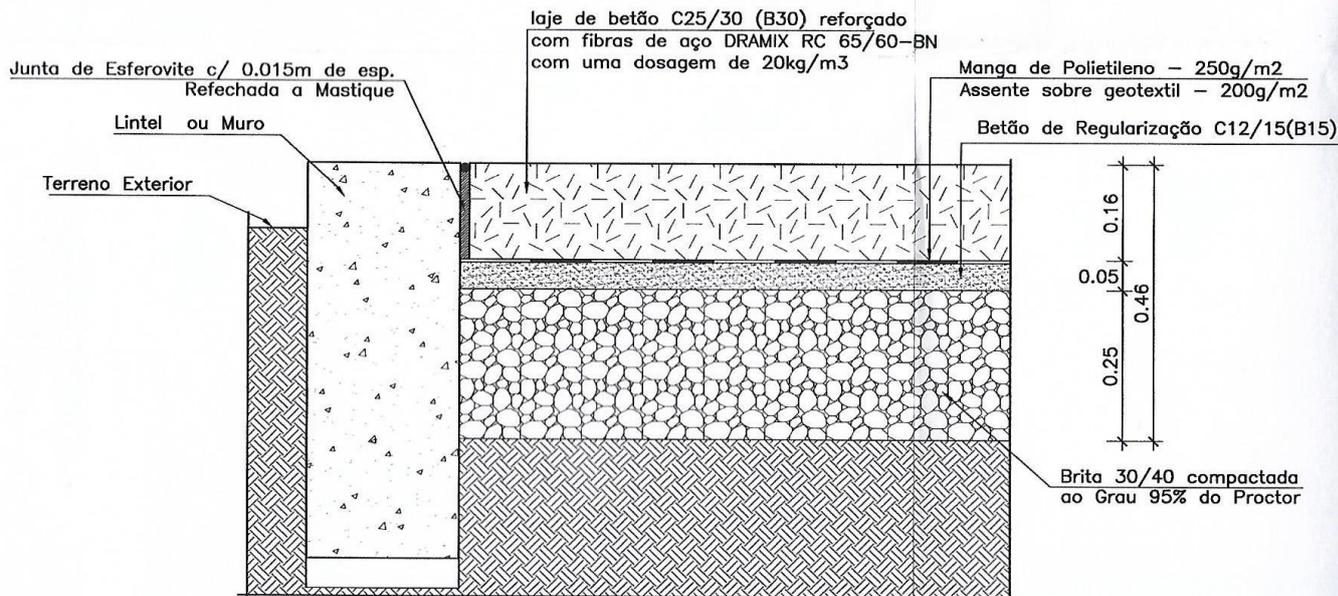


Fig. 4 – PLANTA DE FUNDAÇÕES (LOCALIZAÇÃO DAS PATOLOGIA IDENTIFICADAS)



Pormenor Tipo da Laje de Piso (Massame)

Esc. 1:10

Fig. 5 – PORMENOR TIPO DO MASSAME DA LAGE DE PISO (PROJETO)

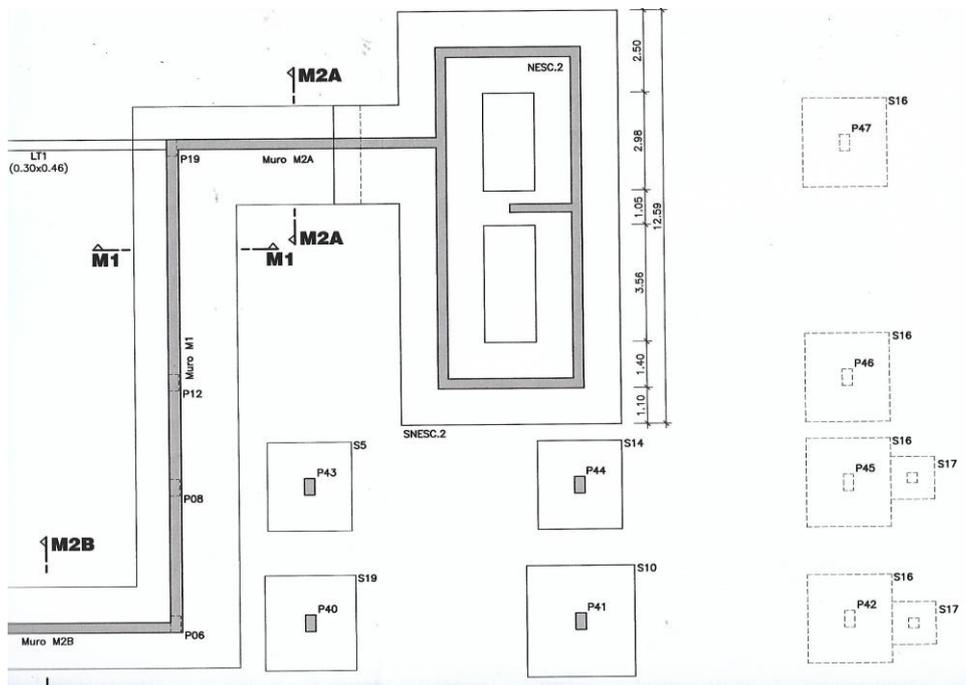


Fig. 6 – PORMENOR TIPO DO MASSAME DA LAGE DE PISO (PROJETO)

CONCLUSÕES

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Da análise feita a toda a documentação disponível, vistoria ao imóvel e estudo realizado, concluiu-se que a construção apresenta várias patologias que foram sendo descritas no presente relatório.

Considera-se que as patologias identificadas têm tendência a agravar-se num espaço de tempo relativamente curto.

De forma a melhor identificar e quantificar a origem das patologias e a sua extensão, sugere-se implementação de um plano de monitorização, de forma a acompanhar a evolução das patologias identificadas.

Sugere-se paralelamente ao plano de monitorização, a execução de sondagens no local que permitirão identificar e classificar as causas das patologias.

Foi observado que em algumas paredes interiores, sucede o efeito “arco”, isto é, acontece quando o suporte das paredes de alvenaria se deforma, sofrem um assentamento, a parede desliga-se na sua parte central e produzem-se na parede tensões de compressão por efeito do arco e tensões de tração na parte inferior, que produzem fissuração/fendilhação, e inclusive a rutura total da parede se houver assentamentos dos apoios.

Relativamente à segurança nas zonas identificadas e em função das patologias identificadas e da sua rápida evolução, parece-nos prudente e aconselhável a interdição do seu funcionamento até se obter mais informação.

Castelo Branco, 12 fevereiro de 2023

O Autor,

Paulo Jorge Farias Ribeiro, Eng. Civil