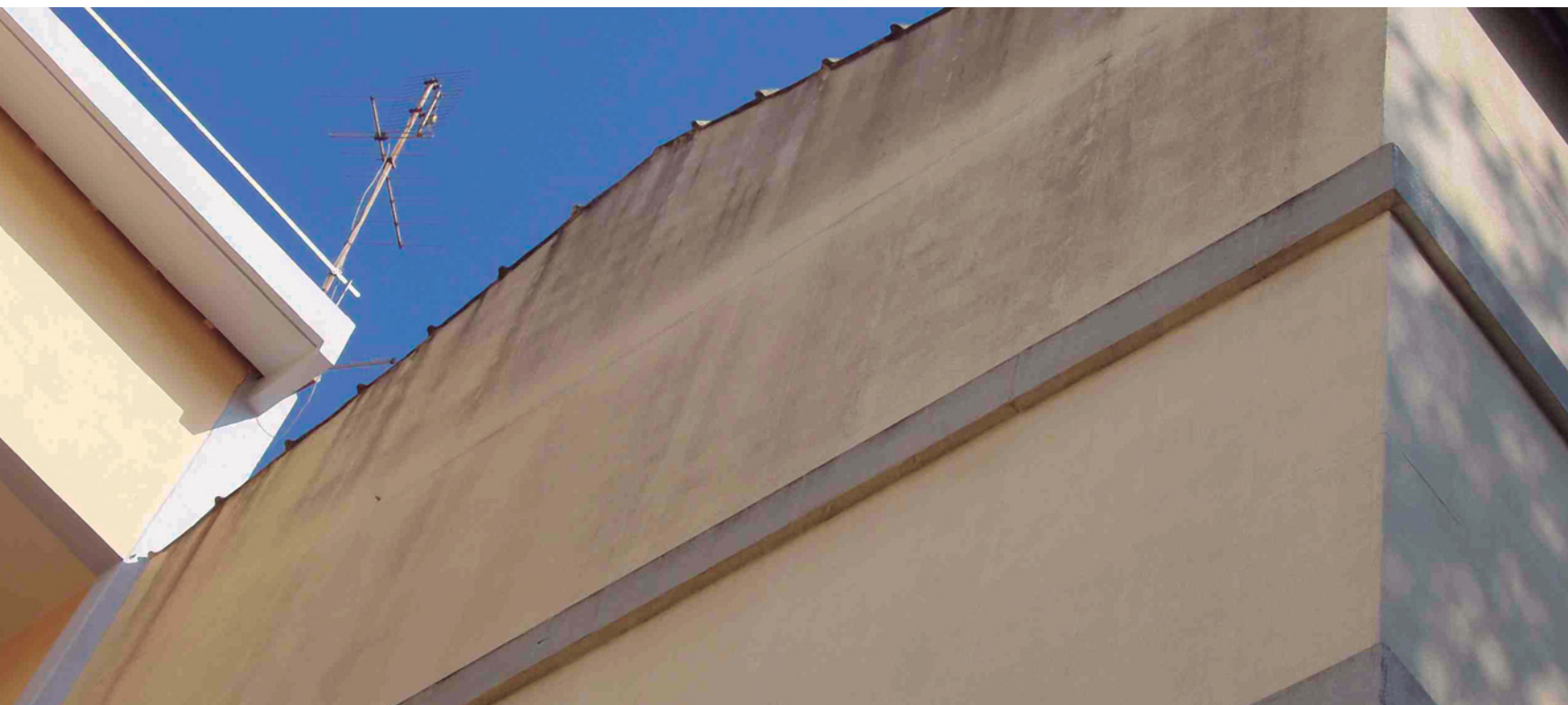


Jorge de Brito, Professor Catedrático, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa
João Sá, Mestre em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico
Gonçalo Sá, Mestre em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico



1. DURABILIDADE NOS MATERIAIS E NAS OBRAS

No contexto do desenvolvimento e construção sustentáveis, uma das formas mais eficazes de tirar partido do património construído e a construir é aumentar a durabilidade dos materiais, elementos construtivos e edifícios.

De facto, ao aumentar a vida útil de uma infraestrutura e consequentemente reduzir a frequência com que os recursos utilizados na execução da mesma são substituídos, está-se a contribuir para uma desaceleração da taxa de consumo de recursos naturais, muitos dos quais não renováveis. O conteúdo energético desses mesmos materiais e da sua manufatura / montagem é também, dessa forma, rentabilizado de uma forma mais eficaz.

Apesar de estes conceitos serem razoavelmente percebidos, a sua aplicação prática nem sempre é simples. O acompanhamento da taxa de degradação dos materiais e da sua funcionalidade ao longo do tempo, que em última análise vai indicar quando devem ser mantidos, reparados ou substituídos, é geralmente feito de uma forma casuística e com critérios pouco objectivos.

Daí resultam decisões que por vezes serão extemporâneas mas mais geralmente serão diferidas no tempo, com diversos impactes em termos de conforto e de impacte energético e até mesmo social.

Pretende-se neste artigo apresentar uma visão sistémica de resolução dos problemas associados à limitada durabilidade dos materiais e sistemas construtivos. Os principais objectivos são tornar objectivas a percepção da realidade e as decisões consequentes e racionalizar os gastos associados à inspecção, manutenção, reparação e substituição desses elementos. Como objecto de estudo, são utilizados os rebocos que são o revestimento de paredes mais utilizado em Portugal.

O sistema de inspecção e diagnóstico de rebocos em paredes aqui apresentado compreende um sistema de classificação das anomalias, das causas mais prováveis, dos métodos de diagnóstico e das técnicas de reparação e manutenção aplicáveis às diversas anomalias. Para auxiliar o sistema de inspecção e diagnóstico de rebocos em paredes, foi criado um conjunto de matrizes de correlação e fichas normalizadas de anomalias, métodos de diagnóstico e técnicas de reparação.

O sistema foi validado através de uma campanha de inspecções normalizadas a 55 edifícios, totalizando 150 revestimentos (100 exteriores e 50 interiores).

2. ANÁLISE DA PATOLOGIA DE REBOCOS

O sistema classificativo das anomalias tem como critério de base o seu aspecto visual. O principal objectivo é a fácil e correcta identificação das anomalias aquando da realização de inspecções e assegurar que o sistema classificativo seja inequívoco. As anomalias encontram-se agrupadas em três grupos: anomalias estéticas (A-E), anomalias associadas à humidade (A-H) e anomalias de origem mecânica (A-M) (Quadro 1).

As anomalias estéticas (A-E) são as que, não sendo directamente em causa a integridade do reboco, afectam o seu aspecto estético influenciando fortemente a sua qualidade visual. As anomalias associadas à humidade (A-H) são aquelas que, directa ou indirectamente, estão ligadas à presença de água / humidade na superfície ou no interior do reboco. Estas anomalias afectam, para além do aspecto estético, a integridade do reboco e são encaradas com maior preocupação nos revestimentos interiores onde as condições de evaporação e secagem são menos favoráveis.



As anomalias de origem mecânica (A-M) são aquelas que lhes têm associada a existência de forças ou esforços que levam à degradação do reboco através da destruição física das ligações entre as partículas que o constituem. A origem destas forças ou esforços pode ser a mais variada, incluindo acções estáticas (ex.: carregamentos), acções dinâmicas (ex.: pancadas ou choques), deslocamentos impostos (ex.: assentamentos), entre outros.

QUADRO 1: Sistema classificativo das anomalias de rebocos em paredes (Sá, 2011)

A-E - ANOMALIAS ESTÉTICAS	
A-E1 graffiti	A-E3 manchas de corrosão
A-E2 sujidade / depósitos de partículas	A-E4 alteração cromática / descolorações diversas
A-H - ANOMALIAS ASSOCIADAS À HUMIDADE	
A-H1 infiltrações / manchas de humidade	A-H4 eflorescências / criptoflorescências
A-H2 colonização biológica	A-H5 carbonatação
A-H3 vegetação parasitária	
A-M - ANOMALIAS DE ORIGEM MECÂNICA	
A-M1 perda de aderência / destacamentos	A-M4 fissuração mapeada
A-M2 perda de coesão / desagregação	A-M5 riscos / sulcos
A-M3 fissuração linear	

QUADRO 2 - Sistema classificativo das causas associadas às anomalias de rebocos em paredes (Sá, 2011)

C-C - Causas associadas a erros de concepção
C-C1 deficiente aplicação dos regulamentos e documentos de homologação
C-C2 concepção incorrecta ou inexistência de pontos singulares
C-C3 concepção incorrecta ou inexistência de sistemas de escoamento / drenagem de águas
C-C4 concepção incorrecta ou inexistência de isolamento térmico na parede
C-C5 concepção incorrecta ou inexistência de sistemas de reforço contra acções mecânicas
C-C6 especificação incorrecta dos produtos a aplicar
C-E - Causas associadas a erros de execução
C-E1 utilização de mão-de-obra inexperiente e não especializada
C-E2 não conformidade com as peças desenhadas e/ou caderno de encargos
C-E3 utilização de ferramentas pouco limpas durante a construção (contaminação)
C-E4 existência de sais solúveis na água e nos materiais utilizados
C-E5 dosagem inapropriada do traço
C-E6 excessivo teor de finos
C-E7 excesso de água / humidade na construção (argamassa e/ou suporte)
C-E8 corrosão de elementos metálicos (no interior ou à superfície do reboco)
C-E9 suporte heterogéneo
C-E10 deficiente preparação do suporte (limpeza, rugosidade, molhagem)
C-E11 aplicação do reboco em condições atmosféricas desfavoráveis
C-E12 espessura do reboco inadequada
C-E13 textura inadequada do reboco
C-E14 não acompanhamento do reboco no período de cura
C-E15 reboco / pintura insuficientemente permeáveis ao vapor de água
C-E16 utilização de cores escuras em paramentos exteriores
C-M - Causas associadas ao meio ambiente envolvente
C-M1 existência de partículas de sujidade susceptíveis de serem transportadas
C-M2 acção da radiação solar / temperatura
C-M3 acção do vento e/ou da chuva
C-M4 presença de água / vapor de água
C-M5 humidade relativa elevada (HR > 70%)
C-M6 ventilação deficiente
C-M7 iluminação natural / exposição solar reduzida ou inexistente
C-M8 envelhecimento natural
C-A - Causas associadas a acções mecânicas
C-A1 abrasão
C-A2 choques / pancadas
C-A3 fissuração do suporte (propagação ao reboco)
C-A4 retracção do suporte
C-A5 retracção do reboco
C-A6 deslocamentos da estrutura (assentamentos e deformações)
C-A7 concentração de tensões
C-U - Causas associadas à utilização e manutenção
C-U1 periodicidade inadequada de limpezas / lavagens
C-U2 periodicidade inadequada de repintura
C-U3 acções de manutenção / pequena reparação deficientemente executadas
C-U4 acções accidentais inerentes à ocupação, circulação e uso normais dos utentes
C-U5 falha de equipamentos (canalizações, algerozes, caleiras, tubos de queda)
C-U6 vandalismo



O sistema classificativo das causas associadas às anomalias surge da necessidade de ter uma ferramenta que auxilie a tomada de decisão no que diz respeito ao modo mais correcto de actuar no controlo e na reparação das mesmas.

O sistema classificativo para as causas das anomalias de rebocos em paredes divide as causas em cinco categorias, usando como critério a origem das causas das anomalias e seguindo uma organização cronológica: causas associadas a erros de concepção (C-C); causas associadas a erros de execução (C-E); causas associadas ao meio ambiente envolvente (C-M); causas associadas a acções mecânicas (C-A); causas associadas à utilização e manutenção (C-U). No Quadro 2, encontra-se resumido o sistema classificativo desenvolvido.

Após a elaboração do sistema classificativo das anomalias (Quadro 1) e do sistema classificativo das causas associadas às anomalias (Quadro 2), fica-se com dois conjuntos de informação susceptíveis de serem relacionados entre si. Para proceder à correlação destes conjuntos de informação, vai recorrer-se à elaboração de matrizes de correlação.

Ao relacionar as anomalias com as possíveis causas de ocorrência, através de uma matriz de correlação, é possível extrair um grau de correlação que indica qual a intensidade com que cada uma das causas afecta cada uma das anomalias ou, por outras palavras, qual a intensidade com que cada anomalia é afectada / influenciada por cada uma das causas.

Para cada anomalia, são identificadas, através de matrizes de correlação, as causas prováveis da sua ocorrência, sendo cada uma delas classificada de acordo com um número, que pode ser 0, 1 ou 2, de acordo com o grau de correlação que possui com a anomalia: 0 - sem correlação - não existe qualquer relação (directa ou indirecta) entre a anomalia e a causa; 1 - pequena correlação - causa indirecta (primeira) da anomalia relacionada com o início do processo de deterioração; causa secundária do processo de deterioração não necessária para o seu desenvolvimento; 2 - grande correlação - causa directa (próxima) da anomalia, associada à fase final do processo de deterioração; quando ocorre, constitui uma das razões principais do processo de deterioração e é indispensável ao seu desenvolvimento.

Da aplicação deste procedimento, resulta a matriz de correlação anomalias - causas, cujas linhas correspondem às anomalias em rebocos e cujas colunas correspondem às causas prováveis dessas mesmas anomalias (Quadro 3). As combinações produzidas inicialmente com base na bibliografia pesquisada foram posteriormente calibradas no decurso das inspecções efectuadas com vista à validação do sistema proposto, encontrando-se destacadas a branco as combinações que sofreram alteração.

Uma anomalia pode ocorrer numa área localizada ou em toda a extensão do paramento. Além disso, esta anomalia pode ocorrer isoladamente ou estar associada à ocorrência de outras anomalias. Neste sentido, a correlação das anomalias tem como base o estabelecimento de um índice de correlação entre anomalias, com o objectivo de determinar probabilidades de ocorrências de outras anomalias quando uma delas se manifesta. Este índice é obtido com base na matriz de correlação anomalias - causas (Quadro 3) e estima a probabilidade da anomalia j (coluna j) ocorrer quando a anomalia i (linha i) ocorre.



No Quadro 4, apresenta-se a matriz de correlação inter-anomalias sob a forma de percentagens. As entradas a branco assinalam as alterações que resultaram da campanha de inspeções e dos resultados obtidos durante a validação do sistema.

A informação relativa a cada anomalia é compilada de forma resumida em fichas de anomalia individuais. Cada ficha contém os seguintes campos: cabeçalho com a designação e o nome da anomalia, segundo o Quadro 1; apresentação de uma fotografia representativa de um caso real onde a anomalia foi identificada; descrição sumária das manifestações patológicas características da anomalia; causas prováveis da ocorrência da anomalia (de acordo com a matriz de correlação anomalias - causas prováveis, Quadro 3) sendo estas identificadas por uma descrição sumária e pela designação em código de acordo com o Quadro 2 e estando as causas directas sublinhadas; consequências possíveis da anomalia, em função do tipo de aplicação, as quais podem constituir por si só outras anomalias; aspectos a inspeccionar (características relacionadas com a anomalia detectada que podem vir a ter interesse no diagnóstico da mesma ou constituir por si mesmas novas anomalias); ensaios a realizar *in situ*, segundo o Quadro 6 (de forma a caracterizar a anomalia em termos de extensão, gravidade e estado de evolução e de acordo com a matriz de correlação anomalias - métodos de diagnóstico apresentada no Quadro 7, estando os métodos de grande relação com as anomalias a sublinhado); parâmetros de classificação (os quais podem ser resultantes dos ensaios efectuados e permitem aferir o nível de gravidade da anomalia) e, por fim, o nível de gravidade / urgência da intervenção (0 - necessidade de intervenção imediata - até seis meses; 1 - necessidade de intervenção a médio prazo - até um ano; 2 - necessidade de monitorizar a evolução da anomalia, em particular na próxima inspeção).

QUADRO 3 - de correlação anomalias - causas de rebocos em paredes (Sá, 2011)

	C-C1	C-C2	C-C3	C-C4	C-C5	C-C6	C-E1	C-E2	C-E3	C-E4	C-E5	C-E6	C-E7	C-E8	C-E9	C-E10	C-E11	C-E12	C-E13	C-E14	C-E15	C-E16	
A-E1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A-E2	1	2	2	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0
A-E3	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0
A-E4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A-H1	1	2	2	1	0	1	1	1	0	0	1	0	2	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
A-H2	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
A-H3	1	2	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
A-H4	1	1	1	0	0	1	1	1	1	2	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0
A-H5	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
A-M1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	0	2	2	0	0
A-M2	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
A-M3	1	0	0	2	1	1	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	2	0	1	0	0	0	0
A-M4	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	2	1	2	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0
A-M5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	C-M1	C-M2	C-M3	C-M4	C-M5	C-M6	C-M7	C-M8	C-A1	C-A2	C-A3	C-A4	C-A5	C-A6	C-A7	C-U1	C-U2	C-U3	C-U4	C-U5	C-U6	
A-E1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
A-E2	2	1	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0
A-E3	0	0	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
A-E4	0	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
A-H1	0	0	2	2	2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
A-H2	1	0	1	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0
A-H3	1	1	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
A-H4	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
A-H5	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
A-M1	0	0	0	2	2	0	0	1	0	1	2	1	2	1	1	0	0	2	0	1	0	0
A-M2	0	0	2	1	1	0	0	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	2	1	2	1	2
A-M3	0	2	0	0	0	0	0	1	0	2	2	2	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0
A-M4	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0
A-M5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2	2




QUADRO 4 - Matriz de correlação percentual inter-anomalias de rebocos em paredes (Sá, 2011)

	A-E1	A-E2	A-E3	A-E4	A-H1	A-H2	A-H3	A-H4	A-H5	A-M1	A-M2	A-M3	A-M4	A-M5
A-E1		25%	25%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	0%	50%	0%	13%	63%
A-E2	4%		41%	13%	56%	48%	44%	31%	31%	41%	31%	20%	19%	4%
A-E3	4%	48%		15%	63%	43%	39%	41%	37%	52%	41%	13%	33%	2%
A-E4	5%	32%	32%		41%	23%	32%	14%	14%	36%	36%	45%	41%	5%
A-H1	1%	43%	41%	13%		40%	36%	33%	33%	57%	44%	24%	30%	6%
A-H2	2%	62%	48%	12%	67%		55%	40%	40%	43%	36%	10%	24%	2%
A-H3	3%	60%	45%	18%	63%	58%		40%	40%	40%	35%	15%	25%	3%
A-H4	2%	40%	45%	7%	55%	40%	38%		43%	62%	40%	12%	31%	2%
A-H5	3%	53%	53%	9%	72%	53%	50%	56%		59%	47%	16%	34%	3%
A-M1	0%	26%	28%	9%	47%	21%	19%	30%	22%		41%	34%	36%	5%
A-M2	6%	26%	29%	12%	47%	23%	21%	26%	23%	53%		29%	26%	27%
A-M3	0%	23%	13%	21%	35%	8%	13%	10%	10%	60%	40%		25%	15%
A-M4	2%	22%	33%	20%	46%	22%	22%	28%	24%	67%	37%	26%		4%
A-M5	23%	9%	5%	5%	18%	5%	5%	5%	5%	18%	82%	32%	9%	



Apresenta-se no Quadro 5, um exemplo de uma ficha de anomalia, relativo à anomalia A-E1 (graffiti).

QUADRO 5 - Ficha de anomalia A-E1 - graffiti (Sá, 2011)

DESIGNAÇÃO:	
Graffiti	
DESCRIÇÃO:	Pinturas ou marcas na superfície da parede, devidas a diversas tintas e marcadores, que são absorvidas devido à porosidade do reboco
CAUSAS PROVÁVEIS:	
	<ul style="list-style-type: none"> - Periodicidade inadequada de limpezas / lavagens (C-U1) - Periodicidade inadequada de repintura (C-U2) - Vandalismo (C-U6)
CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS:	<ul style="list-style-type: none"> - Aspecto estético afectado - Degradação da qualidade visual do revestimento
ASPECTOS A INSPECCIONAR:	
	<ul style="list-style-type: none"> - Proximidade de escolas ou locais de aglomeração de jovens (S / N) - Facilidade de acesso ao local (nível do solo / local elevado) - Tipo de <i>graffiti</i> (tinta / spray / marcadores) - Percentagem de área afectada: (...) %
ENSAIOS A REALIZAR:	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeção visual e exame macroscópico (D-I1)
PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO:	
	<ul style="list-style-type: none"> - Valor estético das áreas afectadas (A-alto / M-médio / B-baixo) - Condições para que o fenómeno se repita (S / N) - Percentagem de área afectada: (...) %
NÍVEL DE GRAVIDADE / URGÊNCIA DE INTERVENÇÃO:	<ul style="list-style-type: none"> 0 - Estética do edifício gravemente afectada; ou elevada probabilidade de o fenómeno se repetir e percentagem de área afectada superior a 20% 1 - Restantes casos

3. INSPECÇÃO E DIAGNÓSTICO DE REBOCOS

Os métodos de diagnóstico podem ser classificados em destrutivos e não destrutivos, sendo que se entende por destrutivos aqueles que implicam causar qualquer tipo de dano ao revestimento. Deve-se privilegiar sempre os ensaios não destrutivos (e quanto menos invasivos melhor) a fim de evitar a destruição excessiva de elementos que se pretende preservar.

O sistema classificativo desenvolvido agrupa os métodos de diagnóstico em nove categorias: diagnóstico inicial (D-I); diagnóstico de humidade (D-H); diagnóstico de permeabilidade (D-P); diagnóstico de sais (D-S); diagnóstico de fissuras (D-F); diagnóstico de resistências (D-R); diagnóstico de aderência (D-A); diagnóstico de descontinuidades e anomalias não visíveis (D-D); detecção de elementos metálicos (D-M) (Quadro 6).

A matriz de correlação anomalias - métodos de diagnóstico (Quadro 7) permite, após a detecção ou a suspeita de existência de determinada anomalia, seleccionar os métodos de diagnóstico que melhor se adequam à sua correcta identificação e caracterização.

Cada combinação (intersecção de cada linha, representando uma anomalia, com cada coluna, representando um método de diagnóstico) é classificada, de acordo com o grau de correlação, com um número: 0 - sem correlação (não existe qualquer relação entre a anomalia e o método de diagnóstico); 1 - pequena correlação (método de diagnóstico adequado à caracterização de determinada anomalia, embora possua limitações, em termos de execução técnica ou de custo, que reduzem o espectro da sua aplicabilidade); 2 - grande correlação (método de diagnóstico adequado à caracterização de determinada anomalia, cuja execução é de exigência técnica mínima e cujo equipamento necessário é acessível, tornando o respectivo âmbito de aplicação abrangente).

As combinações produzidas inicialmente com base na bibliografia pesquisada foram posteriormente calibradas no decurso das inspecções efectuadas com vista à validação do sistema proposto, encontrando-se destacadas a branco as combinações que sofreram alteração.



QUADRO 6 - Sistema classificativo dos métodos de diagnóstico de rebocos em paredes (Sá, 2011)

D-I - DIAGNÓSTICO INICIAL	
D-I1 inspecção visual e exame macroscópico (não destrutivo)	
D-H - DIAGNÓSTICO DE HUMIDADE	
D-H1 termómetro (não destrutivo)	D-H3 humidímetro (não destrutivo)
D-H2 higrómetro (não destrutivo)	D-H4 speedy moisture tester (destrutivo)
D-P - DIAGNÓSTICO DE PERMEABILIDADE	
D-P1 tubo de Karsten (não destrutivo)	
D-S - DIAGNÓSTICO DE SAIS	
D-S1 tiras colorimétricas (não destrutivo)	D-S3 análise colorimétrica (não destrutivo)
D-S2 análise titimétrica (não destrutivo)	D-S4 indicador de fenofetaleína (não destrutivo)
D-F - DIAGNÓSTICO DE FISSURAS	
D-F1 comparador de fissuras (não destrutivo)	D-F3 testemunhos (não destrutivo)
D-F2 medidor óptico de fissuras (não destrutivo)	D-F4 fissurómetro (não destrutivo)
D-R - DIAGNÓSTICO DE RESISTÊNCIAS	
D-R1 ensaio de choque de esfera (destrutivo)	D-R5 esclerometria pendular (destrutivo)
D-R2 ensaio de quadriculagem (destrutivo)	D-R6 microperfuração (destrutivo)
D-R3 ensaio de riscagem (destrutivo)	D-R7 penetração controlada (não destrutivo)
D-R4 ensaio de abrasão (destrutivo)	
D-A - DIAGNÓSTICO DE ADERÊNCIA	
D-A1 ensaio de arrancamento por tracção (pull-off) (destrutivo)	
D-D - DIAGNÓSTICO DE DESCONTINUIDADES E ANOMALIAS NÃO VISÍVEIS	
D-D1 ensaio ultra-sónico (não destrutivo)	
D-D2 ensaio de percussão (não destrutivo)	
D-D3 termografia de infravermelhos (não destrutivo)	
D-M - DETECÇÃO DE ELEMENTOS METÁLICOS	
D-M1 magnetometria (não destrutivo)	

QUADRO 7 - Matriz de correlação anomalias - métodos de diagnóstico de rebocos em paredes (Sá, 2011)

	D-I1	D-H1	D-H2	D-H3	D-H4	D-P1	D-S1	D-S2	D-S3	D-S4	D-F1	D-F2	D-F3	D-F4	D-R1	D-R2	D-R3	D-R4	D-R5	D-R6	D-R7	D-A1	D-D1	D-D2	D-D3	D-M1	
A-E1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A-E2	2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A-E3	2	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A-E4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A-H1	2	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
A-H2	2	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A-H3	2	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A-H4	2	1	1	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
A-H5	2	1	1	2	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A-M1	2	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	2	1	1	1
A-M2	2	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	2	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0
A-M3	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
A-M4	2	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
A-M5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

A classificação e caracterização dos métodos de diagnóstico permitiram a constituição das fichas individuais para os ensaios / métodos de diagnóstico de rebocos em paredes. Estas fichas contemplam os seguintes campos: número da ficha de ensaio; figura ilustrativa; tipo de ensaio (destrutivo / não destrutivo); objectivos do ensaio; equipamento necessário; descrição do método; vantagens; limitações.

O Quadro 8 apresenta um exemplo de uma ficha de ensaio de um método de diagnóstico, referente ao ensaio D-I1 (inspecção visual e exame macroscópico).

QUADRO 8 - Ficha de ensaio D-I1 - inspecção visual e exame macroscópico (Sá, 2011)

DESIGNAÇÃO:	
Inspecção visual e exame macroscópico	
DESTRUTIVO (D) / NÃO DESTRUTIVO (ND):	
ND	
OBJECTIVOS:	<p>Diagnóstico inicial:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificação inicial das anomalias presentes no paramento, das zonas mais afectadas, das causas prováveis e da extensão das anomalias
EQUIPAMENTO NECESSÁRIO:	<p>Lupas, binóculos, espátulas, escovas, hastes extensíveis com espelho, bússola, nível, régua, fio-de-prumo, fita métrica, inclinómetros e deflectómetros</p>
DESCRIÇÃO DO MÉTODO:	<p>1 - Observação das superfícies a analisar; 2 - Utilização de meios auxiliares à visão como lupas e binóculos; 3 - Inspecção da superfície recorrendo ao tacto / palpação, escovas, espátulas; 4 - Utilização de bússola, nível, régua, fita métrica, fio-de-prumo, inclinómetro e deflectómetros para recolher alguma informação qualitativa que sustente a observação visual; 5 - Utilização de hastes extensíveis com espelho para inspecionar locais menos acessíveis</p>
VANTAGENS:	<ul style="list-style-type: none"> - Método expedito - Rápido e pouco oneroso - Aplicável no diagnóstico de qualquer anomalia que se desenvolva na superfície do paramento
LIMITAÇÕES:	<ul style="list-style-type: none"> - Muito subjectivo - Dependente da opinião, da experiência e da qualificação do inspector - Fornece, regra geral, informação qualitativa - Inadequado à avaliação do estado das camadas mais profundas do revestimento e do suporte



4. MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO DE REBOCOS

O sistema de classificação inclui três tipos de técnicas: de reparação curativas (rc), de reparação preventiva (rp) e de manutenção (m). As primeiras eliminam, reparam ou ocultam a anomalia, as técnicas de reparação preventiva são intervenções que, embora possam não tratar directamente a anomalia, são necessárias para eliminar a sua causa e os trabalhos de manutenção destinam-se à prevenção ou correcção de ligeiras degradações das construções.

As técnicas de reparação propostas foram divididas em quatro grupos: técnicas referentes a intervenções exclusivamente na superfície do reboco (R-A Superfície do reboco), técnicas que têm associados baixos níveis de intrusão e afectam unicamente a camada de acabamento (R-B Camada de acabamento); técnicas de elevada intrusão, que implicam a alteração ou reconstrução do revestimento (R-C Sistema de revestimento) e técnicas respeitantes à envolvente (R-D Envolvente) (Quadro 9).

A cada técnica de reparação corresponde uma ficha de reparação, na qual consta uma descrição pormenorizada do processo. As técnicas de reparação referidas apenas deverão ser implementadas após a eliminação das causas das anomalias correspondentes. A matriz de correlação entre as anomalias e as respectivas técnicas de reparação é apresentada no Quadro 10. Esta matriz representa o grau de adequação de cada técnica de reparação a cada anomalia.

Cada combinação pode conter os valores “0”, “1” ou “2”, conforme a relação entre a técnica de reparação e a anomalia é, respectivamente, inexistente, pequena ou grande. As combinações produzidas inicialmente com base na bibliografia pesquisada foram posteriormente calibradas no decurso das inspeções efectuadas com vista à validação do sistema proposto, encontrando-se assinaladas a branco as combinações que sofreram alteração (Quadro 10).

QUADRO 9 - Sistema classificativo de técnicas de reparação de rebocos em paredes (Sá, 2010)

R-A SUPERFÍCIE DO REBOCO	
R-A1 Limpeza	R-A3 Aplicação de protector de superfície
R-A2 Protecção de cantos salientes	
R-B CAMADA DE ACABAMENTO	
R-B1 Preenchimento / colmatação de fissuras	R-B3 Aplicação de novo acabamento sobre o revestimento existente
R-B2 Substituição integral / parcial do material de revestimento final (acabamento)	R-B4 Aplicação de barreira pára-vapor nos paramentos interiores
	R-B5 Criação de juntas de movimento de fissuras
R-C SISTEMA DE REVESTIMENTO	
R-C1 Substituição integral / parcial do revestimento	R-C4 Execução de reboco armado independente do suporte
R-C2 Aplicação de reboco armado	R-C5 Aplicação de novo revestimento sobre o reboco existente
R-C3 Execução de reboco armado aderente com isolamento térmico (ETICS)	R-C6 Aplicação de reboco com desempenho térmico melhorado
	R-C7 Aplicação de reboco drenante ou de saneamento
R-D ENVOLVENTE	
R-D1 Correcção de disposições construtivas geométricas	R-D2 Manutenção / remoção de elementos metálicos corroídos

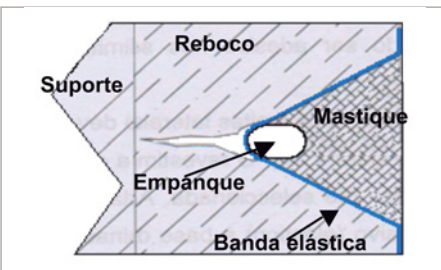
QUADRO 10 - Matriz de correlação anomalias - técnicas de reparação de rebocos em paredes (Sá, 2010)

AIR	R-A1	R-A2	R-A3	R-B1	R-B2	R-B3	R-B4	R-B5	R-C1	R-C2	R-C3	R-C4	R-C5	R-C6	R-C7	R-D1	R-D2
A-E1	2	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A-E2	2	0	1	0	2	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
A-E3	2	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2
A-E4	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
A-H1	2	0	2	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	2	0
A-H2	2	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0
A-H3	2	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0
A-H4	2	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0
A-H5	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A-M1	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
A-M2	0	0	0	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	0	0
A-M3	0	0	0	2	1	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1
A-M4	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0
A-M5	2	2	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0

Estas fichas surgem da necessidade de esquematizar as diversas técnicas de reparação (listadas no Quadro 9), compilando de forma sucinta as principais informações a elas respeitantes. As fichas desenvolvidas no decorrer desta dissertação contemplam as seguintes informações: número da ficha de reparação (segundo a lista apresentada no Quadro 9); designação da técnica (segundo a lista apresentada no Quadro 9); lista das principais anomalias para as quais a técnica é prescrita; fotografia ou figura representativa da técnica em abordagem e apresentada no canto superior direito da ficha; lista dos principais materiais intervenientes a aplicar no decorrer da execução da técnica; lista dos principais equipamentos necessários à implementação da técnica de reparação;

considerações sobre as exigências do suporte para que a aplicação da técnica surta o efeito desejado; breve descrição da técnica de intervenção, contemplando as principais etapas da mesma; mão-de-obra com respectiva especialização e prazo de execução estimado; previsão do custo unitário estimado; resultado expectável, em termos de reparação das anomalias, eliminação das causas e melhoria do desempenho; recomendações de carácter geral ou específico e cuidados especiais referentes à implementação da técnica e limitações que a técnica em causa apresenta. Apresenta-se no Quadro 11, um exemplo de ficha de reparação, relativo à técnica R-B5 (criação de juntas de movimento de fissuras), a qual inclui os campos atrás referidos.

QUADRO 11 - Ficha de reparação R - B.5 (criação de juntas de movimento de fissuras) (Sá, 2010)

FICHA DE REPARAÇÃO R-B5	
Designação	Criação de juntas de movimento de fissuras (rc) / (rp)
Elemento	Reboco
Anomalias a Reparar	A-H1 Infiltrações / manchas de humidade; A-M1 Perda de aderência / destacamentos; A-M2 Perda de coesão / desagregação; A-M3 Fissuração linear; A-M4.
	
MATERIAIS A APLICAR:	
Banda de material elástico, espuma de polietileno ou de poliuretano de secção circular (empanque), mastique de poliuretano ou de polímeros especiais, material de revestimento semelhante ao existente.	
EQUIPAMENTO NECESSÁRIO:	
Martelo, escopro, rebarbadora, pistola de ar comprimido, espátula, pistola pneumática ou manual e pincel ou rolo.	
EXIGÊNCIAS DO SUPORTE:	
A zona de intervenção deve encontrar-se limpa, seca e livre de partículas friáveis e detritos ou elementos contaminados que possam comprometer a aderência dos produtos a aplicar.	
DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO:	
As técnicas de reparação apenas deverão ser implementadas após a eliminação das causas das anomalias correspondentes. 1 - Alargamento das fissuras a reparar, findo o qual estas devem apresentar preferencialmente uma secção em "V" com profundidade de 5 a 10 mm e largura entre 5 e 25 mm; 2 - Limpeza e eliminação de todos os detritos ou elementos contaminados que possam comprometer a aderência dos produtos a aplicar; 3 - Aplicação de uma banda elástica sobre a fenda, a qual deverá ser fixada unicamente nos limites da fissura; 4 - Aplicação de um cordão de espuma de polietileno ou de poliuretano de secção circular, usualmente denominado de empanque. Este cordão deverá ser aplicado de modo a que fique comprimido entre as faces laterais da fissura; 5 - Aplicação de um mastique de poliuretano ou de polímeros especiais, com recurso a uma espátula, uma pistola manual ou pneumática; 6 - Aplicação do revestimento que deverá ser elástico e preferencialmente armado com rede e executado tendo em vista o acabamento estético desejado.	
MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO:	
Criação de junta de movimento de fissuras - 1 pedreiro + 1 servente (0,12 a 0,14 m / h).	
CUSTO ESTIMADO¹:	
Criação de junta de movimento de fissuras - 12 a 16 € / m ² consoante a marca e espessura dos materiais.	
⁽¹⁾ Este valor deverá ser acrescido do custo associado à utilização do andaime, sempre que a situação assim o exija.	
RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS:	
Fixar a banda elástica unicamente nos limites da fissura. Aplicar em fissuras não estabilizadas, de traçado regular e que não apresentem grandes variações de abertura.	
LIMITAÇÕES:	
Processo de execução relativamente complexo e susceptível de erros. Exige a criação de uma junta anteriormente inexistente, o que se reflecte ao nível estético.	



5. CONCLUSÃO

Este artigo apresenta uma proposta de sistema de inspecção e diagnóstico de rebocos em paredes que foi criteriosamente validado por intermédio de uma campanha de inspecções. O seu principal objectivo é a constituição de uma ferramenta de auxílio aos procedimentos de inspecções.

A abordagem adoptada permitiu listar as principais anomalias, as causas mais prováveis, os métodos de diagnóstico, bem como as técnicas de reparação, tendo sido estabelecida a correlação entre estes itens com o objectivo de simplificar o trabalho dos técnicos em campo. A amostra sobre a qual incidiram as inspecções (55 edifícios, totalizando 150 revestimentos dos quais 100 exteriores e 50 interiores) permitiu a calibração e validação consistente dos sistemas de classificação e matrizes propostas.

Os dados referentes ao sistema desenvolvido encontram-se resumidos de forma inequívoca em fichas de anomalias, fichas de métodos de diagnóstico e fichas de reparação que constituem ferramentas fundamentais ao trabalho de campo.

É na fase das inspecções que se chega à conclusão sobre o tipo, a importância, a extensão e as causas das anomalias e consequentemente à definição da solução a implementar com vista à eliminação das causas e reparação das anomalias.

O sistema proposto pode ser incluído numa estratégia de manutenção pró-activa, pois demonstra ser robusto, confiável e apoiado por um trabalho de validação estatisticamente significativo. A abordagem sistemática utilizada na construção deste sistema de inspecção é inovadora e pode ajudar o inspector, tornando o seu trabalho mais objectivo e normalizando os procedimentos.

As anomalias de rebocos em paredes podem ser prevenidas / minimizadas através de uma gestão adequada dos imóveis por intermédio do desenvolvimento e implementação de planos de manutenção pró-activa, que prevejam as seguintes vertentes: tecnologia (manutenção adequada e soluções de reparação, incluindo materiais e técnicas de execução), economia (minimizar custos de funcionamento) e funcionalidade (uso adequado).

Por fim, constata-se a necessidade de desenvolver um software específico que reúna as informações referentes aos diversos elementos de construção de forma a sistematizar todo o processo de inspecções.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Instituto de Pesquisa do ICIST (Instituto de Engenharia de Estruturas, Território e Construção), IST, Universidade Técnica de Lisboa e da FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia).

BIBLIOGRAFIA

Sá, G. - Tecnologia e reabilitação de rebocos em paredes, Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.

Sá, J. - Sistema de inspecção e diagnóstico de rebocos em paredes, Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

