

Metodologia para a Implementação de Check Lists em Intervenções de Reabilitação

Dinis Leitão¹

*Instituto Piaget, Departamento de Engenharia Civil
Campus de Mirandela, 5370-202 Mirandela, Portugal*

Manuela Almeida²

*Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil
Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal*

RESUMO

A metodologia apresentada neste trabalho tem como principal objectivo servir de instrumento para a orientação das intervenções e dos intervenientes nos processos de reabilitação e manutenção de edifícios, contribuindo para tomadas de decisão mais fundamentadas, de modo a resolver os problemas actuais de forma eficaz e sustentada, não comprometendo a necessidade de futuras intervenções.

Para tal, a metodologia aqui exposta resulta do desenvolvimento de um sistema de bases de dados e de conhecimentos relativos aos parâmetros envolvidos nos processos de reabilitação, que permite, entre outras coisas, a manipulação da informação sobre o estado dos elementos construtivos e as respectivas causas das anomalias verificadas, por forma a obter listagens das soluções de intervenção e dos trabalhos de reabilitação necessários.

O desenvolvimento desta metodologia apresentou algum grau de dificuldade principalmente na atribuição de todas as relações admissíveis entre os dados das diferentes bases, ou seja, saber para cada elemento construtivo quais as anomalias a que o mesmo pode estar sujeito, as possíveis causas dessas anomalias, as soluções de reparação adequadas e os trabalhos necessários para as implementar de uma forma sustentada.

1. INTRODUÇÃO

A reabilitação, entendida como o conjunto de actividades conducentes ao aumento do nível de qualidade dos edifícios, ou seja, os níveis de prestação de serviço em termos construtivos, ambientais, funcionais, estéticos e de segurança que o mesmo proporciona, até há alguns anos atrás, era sistematicamente relegada para um plano de importância inferior, em relação à construção nova. Esta situação pode ser facilmente comprovada com a constatação da existência

¹ Assistente

² Professora Auxiliar

de poucos exemplos de trabalhos de investigação realizados, ou com a falta de regulamentação específica na área da reabilitação.

O carácter pontual das intervenções então realizadas, que se desenvolveram de uma forma descontextualizada, com enormes falhas de rigor científico e de adequados conhecimentos técnicos, Aguiar (2001), não permitiu o apetrechamento do país com os necessários instrumentos técnicos, administrativos, regulamentares e financeiros adequados a uma prática mais global da reabilitação, LNEC (2000), à semelhança do que se verificou nos restantes países europeus.

Esta situação específica que se tem verificado nestas duas últimas décadas em Portugal, atinge neste momento uma inversão no sentido do aumento gradual e progressivo, nos próximos anos, do peso da reabilitação na construção. Se por um lado grande parte do parque habitacional em Portugal é bastante recente, apresenta, na maioria dos casos, significativas anomalias motivadas pela falta de rigor e qualidade no projecto, má execução e materiais mal aplicados que inevitavelmente tenderão a acelerar a necessidade da realização de operações de conservação e reabilitação, tanto mais que os padrões de qualidade relacionados com o conforto, novas tecnologias, segurança e estética se tornam cada vez mais elevados.

Verifica-se assim, uma necessidade de adequação à reabilitação, dos regulamentos em vigor, relacionados com a construção nova, da certificação e da disponibilização das propriedades dos produtos por parte dos fabricantes, da existência de ferramentas práticas de apoio aos intervenientes num processo de reabilitação.

Para além das carências verificadas, as novas necessidades e exigências que a actividade da reabilitação exige, tornam hoje esta actividade numa das que apresenta maiores perspectivas de trabalho e investigação, no decurso dos próximos anos. Passa em grande parte pelos intervenientes directamente ligados à construção, a preparação atempada e adequada de metodologias novas, ou a adaptação às especificidades da construção portuguesa de metodologias comprovadamente eficazes, utilizadas em outros países. Passa também pela criação, adaptação a cada país e implementação de normas específicas sobre reabilitação, tal como a Norma Europeia 1504³, pela certificação dos produtos e elementos construtivos utilizados para essas operações e pela sensibilização e formação adequada tanto dos intervenientes no processo como dos proprietários dos imóveis.

Desta forma, um dos principais contributos da metodologia que aqui se apresenta, consiste na sistematização e organização da informação disponível sobre a reabilitação de edifícios e ao mesmo tempo no estabelecimento das ligações entre os diferentes parâmetros envolvidos num processo de reabilitação, tais como os elementos construtivos, as anomalias, as causas dessas anomalias, as soluções de intervenção e os trabalhos de reparação. O facto desta informação se encontrar dispersa não facilita a interligação entre os diferentes parâmetros integrados num processo de reabilitação. Esta situação vem dificultar em grande medida qualquer tentativa de reabilitação feita por técnicos menos experientes.

A metodologia desenvolvida assenta num percurso lógico que vai desde a identificação do elemento a ser sujeito a intervenção, passando pela identificação das prováveis causas para o aparecimento das anomalias identificadas, pela proposta de níveis de solução de intervenção e até à identificação dos trabalhos a realizar.

Assim, pelo grande volume de informação necessária, optou-se por criar um conjunto de bases de dados relativas aos elementos, às anomalias mais frequentes nos mesmos e às causas dessas anomalias, uma vez que da interligação específica estabelecida entre a informação contida nestas bases se estabelecem as condições primárias necessárias para o desenvolvimento e implementação da metodologia.

³ Projecto de Norma Europeia EN 1504 para “Produtos e Sistemas para Protecção e Reparação de Estruturas de Betão”.

2. METODOLOGIA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DAS CHECK LISTS

2.1 Considerações gerais

Conforme anteriormente referido, a metodologia aqui apresentada permite a manipulação e o estabelecimento de relações entre os diferentes parâmetros que se encontram geralmente envolvidos num processo de reabilitação, tais como as anomalias, as causas, as soluções de intervenção e os respectivos trabalhos.

Concretamente, a metodologia permite a obtenção de listagens (checklist) das soluções e dos trabalhos de reabilitação necessários para os casos em que é possível a identificação do elemento construtivo, da anomalia e das causas a que o mesmo está sujeito.

Uma das prioridades centrais no desenvolvimento da metodologia baseou-se na necessidade de conceber uma estrutura flexível que pudesse ser implementada em qualquer altura, permitindo expansões ao nível da obtenção de diferentes resultados, tais como custos das intervenções para a elaboração de orçamentos coerentes, ou a definição de equipamentos, equipas de trabalho ou materiais a utilizar nas operações de reabilitação.

A especificidade deste tipo de trabalhos, pela diversidade de elementos, de anomalias, de causas e de soluções de intervenção entre outros, obriga a uma análise extremamente complexa e exaustiva das diversas variáveis e das relações entre elas, para a construção das “checklist” das soluções de intervenção e dos trabalhos necessários para a manutenção ou reparação dos elementos construtivos.

2.2 Metodologia

A metodologia aqui apresentada baseou-se no princípio definido no Normativo Europeu sobre os Produtos e Sistemas para a Protecção e Reparação de Estruturas de Betão, EN 1504, em particular na parte 9 do referido Normativo⁴.

Apesar do referido Normativo dizer respeito exclusivamente a elementos em betão, os princípios gerais pelos quais se regem as intervenções podem ser aplicados aos restantes elementos construtivos constituídos por outros materiais.

Na grande maioria dos casos, o que desencadeia a necessidade de intervir num determinado elemento construtivo é a observação ou a constatação da existência de um possível defeito, ou a indicação de uma possível situação em que um ou mais elementos não executam a sua função. Torna-se, assim, necessário em primeiro lugar, identificar o conjunto de situações anómalas que podem ocorrer nos diferentes elementos construtivos. Em seguida, e antes de se definirem quais as intervenções a realizar, há que determinar quais os agentes responsáveis pelo surgimento da anomalia, caso contrário corre-se o risco de propor soluções de intervenção que não irão resolver de forma definitiva e adequada o problema.

Pelo referido, a estrutura da metodologia desenvolvida assenta na criação de duas bases de dados principais, uma com a identificação dos elementos construtivos e outra relativa à panóplia de situações anómalas que podem ser encontradas.

A ligação entre os dados das duas bases tem que ser, à partida, definida, uma vez que o surgimento de uma determinada anomalia pode verificar-se só em elementos construtivos específicos. Por exemplo, no caso da anomalia encontrada ser o aparecimento de manchas de óxidos de ferro provenientes da corrosão das armaduras de um muro de suporte, tal só poderá ser identificado em muros de suporte constituídos por betão armado. Caso o muro seja em betão

⁴ A Norma Europeia 1504 divide-se em 10 partes, correspondendo a parte 9 aos princípios gerais para o uso dos produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão.

ciclópico, esta anomalia não poderá aparecer. Da mesma forma que, ainda a título de exemplo, anomalias como ruídos de funcionamento só se poderão verificar em elementos construtivos como instalações ou equipamentos.

O núcleo principal da metodologia fica criado com as referidas bases de dados, e principalmente com a atribuição das ligações entre os dados das mesmas. O passo seguinte consiste na proposta de soluções de intervenção, no âmbito da reabilitação, e no estabelecer de relações possíveis entre os diferentes parâmetros até aqui considerados. Estas relações são obtidas a partir das ligações anteriormente estabelecidas entre as bases de dados relativas aos elementos e às anomalias. Para cada uma dessas ligações é feita, ou não, a correspondência com os agentes causadores da base de dados relativa às causas.

Para exemplificar, considere-se o caso do aparecimento de fendilhação leve e generalizada numa laje de piso de betão armado e numa laje de piso de madeira. No caso da laje de betão armado, uma das causas que poderá ter provocado a referida anomalia pode ser o excesso de água colocado na amassadura e uma cura deficiente. Esta causa não pode contudo servir para explicar o aparecimento da mesma anomalia no caso da laje com estrutura de madeira, podendo neste caso falar-se antes em efeitos térmicos associados à restrição posta à livre dilatação ou contracção do elemento. De referir contudo, que esta causa também poderá provocar a mesma anomalia na laje de betão armado.

Estando identificadas todas as possibilidades de intervenção para os diferentes elementos e listadas as anomalias e possíveis causas, é possível avançar para o ponto seguinte que consiste na criação de uma base com os trabalhos de reabilitação.

Da mesma forma que são estabelecidas determinadas ligações entre os dados das bases que constituem o núcleo principal, é também necessário estabelecer as respectivas correspondências entre os dados das bases relativas às soluções e aos trabalhos, e destas com as pré-estabelecidas no núcleo principal. Por exemplo, o aparecimento de fungos numa parede de compartimentação interior de tijolo, causado pela existência de ambientes húmidos associados a materiais porosos, constituem três dos dados das bases do núcleo principal (elemento construtivo – parede de compartimentação interior de tijolo; anomalia – aparecimento de fungos; causa – existência de ambientes húmidos associados a materiais porosos). De entre todos os dados dessas bases é necessário estabelecer a ligação entre estes três dados. Esta ligação pré-estabelecida, vai gerar um código para a sua identificação. Por outro lado, de entre as possíveis soluções de reparação para o caso referido, existe uma a que correspondem determinados trabalhos. À associação dessa solução com os trabalhos necessários para a implementar está associado o mesmo código anteriormente referido. Desta forma estabelece-se a correspondência entre os dados das diferentes bases, conforme se apresenta na figura 2.1.

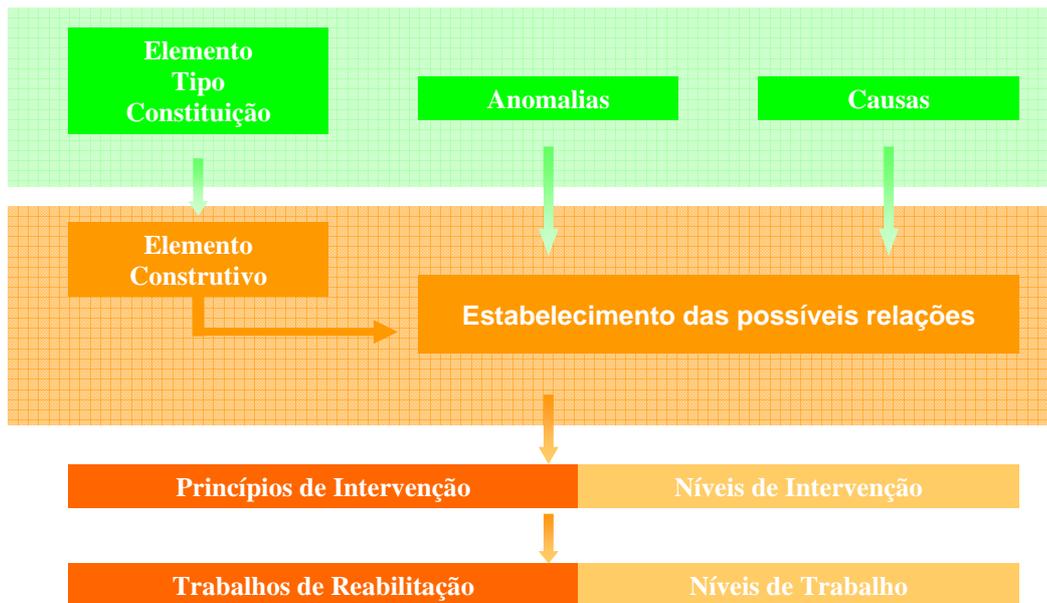


Figura 2.1 – Organograma da metodologia

A quantidade de informação existente nas bases obriga à criação de um sistema de códigos que permita a ligação entre os dados e que permita a introdução de novos dados sem que para tal seja necessário alterar os códigos existentes. Para além do referido, os códigos têm que possibilitar uma leitura fácil, permitir boa memorização, compreensão rápida e apreensão intuitiva e possibilitar ainda a sua integração numa ferramenta informática.

Os códigos assim elaborados são do tipo alfanumérico, em que, no caso da base relativa aos elementos construtivos e anomalias, a primeira letra indica se o dado é um elemento (e) ou uma anomalia (a). A segunda letra diz respeito aos diferentes elementos construtivos considerados. A numeração é sequencial crescente por elemento construtivo ou anomalia, conforme o caso. Na base relativa às causas, a primeira letra e número representam a anomalia resultante das causas identificadas representadas pela letra (c) e numeradas sequencialmente. No que diz respeito aos códigos das soluções, os conjuntos letra / número da esquerda para a direita representam respectivamente, o elemento, a anomalia, a possível causa, o código da solução (s) e o respectivo número. Para os trabalhos de reabilitação a sequência apresentada para o respectivo código é idêntica à descrita para as soluções, com excepção da última letra que neste caso em vez de ser o (s) passa a ser (t).

3. BASES DE INFORMAÇÃO DA METODOLOGIA

3.1 Considerações

Como se referiu, a metodologia desenvolvida assenta num conjunto de bases de informação e nas relações possíveis entre elas. Nas secções seguintes descreve-se, sucintamente, a forma como os dados dessas bases devem ser obtidos e estruturados.

3.2 Estrutura dos Elementos Construtivos

O critério utilizado para a divisão dos edifícios nos seus elementos constituintes, vai influenciar a análise das anomalias e das respectivas soluções de reparação nos mesmos. A tradicional decomposição do edifício segundo especialidades de obra e elementos de construção utilizada principalmente para a orçamentação em edifícios novos, não se adequa às necessidades específicas das intervenções de manutenção ou reabilitação, uma vez que nestas, parte-se do edifício já construído e não das tarefas necessárias à execução do mesmo.

Dada a necessidade de criar uma estrutura de elementos do edifício mais detalhada e adaptada às intervenções de manutenção ou reabilitação, optou-se pela utilização de uma metodologia baseada na decomposição do edifício em elementos de construção, realizando-se para tal uma listagem dos elementos mais comuns e frequentes que o constituem, subdivididos de acordo com o tipo de elemento e a sua constituição, ou seja, o material em que é executado. Esta metodologia baseia-se em estruturas de decomposição por elementos de construção⁵ para estimativas de custos, Bezelga (1984), devidamente adaptadas às particularidades das intervenções de manutenção ou reabilitação.

Esta listagem de elementos constituintes do edifício pretende ser o mais abrangente possível, procurando-se desta forma dar resposta a situações de anomalias tanto em edifícios de construção com recurso a técnicas tradicionais, como aos de tecnologias construtivas mais recentes.

Apresenta-se, em seguida, no quadro 3.1, um exemplo da decomposição dos edifícios efectuada para a divisão em elementos, no caso particular, fundações.

Quadro 3.1 – Elementos de fundação

Fundações			
	Tipo de elemento	Constituição do elemento	Código
	directas	alvenaria	ea.1
	(sapatas; vigas de fundação; ensoleiramento geral)	betão armado	ea.2
	semi-directas	alvenaria	ea.3
	(pegões; poços - 3 a 4m)	betão armado	ea.4
		madeira	ea.5
	indirectas	betão armado	ea.6
	(micro-estacas; estacas; elementos de parede moldada)	madeira	ea.7

3.3 Anomalias e Possíveis Causas em Elementos Construtivos

A determinação das causas das anomalias é certamente o mais complexo e importante de todos os passos definidos na presente metodologia.

Importa antes de mais referir que uma anomalia pode ser entendida como a indicação de um possível defeito, ou seja, a indicação de uma possível situação em que um ou mais elementos

⁵ metodologias de decomposição por elementos de construção a que se refere o ponto 1: métodos desenvolvidos pelo “Royal Institution of Chartered Surveyors” para o programa “Standard Form of Cost Analysis”; pela “Union National de l’Economie de la Construction”, “Institute pour l’Economie et l’Organisation du Bâtiment”, “Architects’s Journal”, “Omniun Technique d’Habitation” para o programa ESTIM; decomposição segundo os sistemas SfB e BSAB [12].

não executam a sua função⁶, CIB (1993). Contudo, nem sempre é possível identificar claramente uma causa específica para a ocorrência de uma determinada anomalia, uma vez que, geralmente os vários agentes causadores se encontram a actuar em simultâneo. O que é fundamental para que seja possível avaliar a necessidade, o grau e o tipo de intervenção a efectuar, é a correcta identificação e compreensão das causas.

Não existem regras ou procedimentos pré-definidos para a determinação das causas de uma anomalia. Cada caso é um caso e deverá ser analisado como tal, Harris (2001) e Johnson (1981). A correcta identificação das causas só será possível através da realização de inspecções e diagnósticos completos e adequados, executados por técnicos experientes.

Não é objectivo fundamental desta metodologia a análise criteriosa e detalhada, nem a justificação dos motivos que conduzem ao aparecimento das anomalias nos elementos construtivos, devendo essa informação ser obtida em bibliografia específica. Pretende-se apenas, com base nos casos práticos e estudos sucessivos realizados sobre as anomalias e suas causas, estabelecer, sem prejuízo do que se referiu anteriormente e de uma forma coerente, alguns comportamentos padronizáveis. A título de exemplo pode-se referir os casos de fissuras diagonais em paredes que estão geralmente associadas a assentamentos diferenciais das fundações.

Assim, cruzando os dados existentes sobre as anomalias e as causas das mesmas com o conhecimento do comportamento dos materiais e elementos construtivos, identificam-se as principais anomalias verificadas nos elementos construtivos considerados, bem como as principais causas, ou seja, as causas mais prováveis que podem conduzir ao seu aparecimento.

No quadro 3.2 apresenta-se, um exemplo das anomalias e respectivas causas em fundações de edifícios.

Quadro 3.2 – Anomalias e respectivas causas em fundações

Fundações			
	Anomalia	Causas da anomalia	
aa.1	assentamento das fundações	realização de fundações em aterros	a1.c1
		alterações do nível freático associado a má drenagem e impermeabilização	a1.c2
		execução de fundações em meios heterogéneos	a1.c3
		construção/demolição de edifício na vizinhança	a1.c4
		terreno de fundação muito compressível	a1.c5
		fundações com base situada a profundidade insuficiente	a1.c6
		deficiente dimensionamento do elemento de fundação	a1.c7
		fundações inadaptadas ao terreno	a1.c8
		criação de situações de atrito negativo	a1.c9
		efeito de grupo no caso de maciços de estacas	a1.c10
		erros na interpretação dos dados da cravação	a1.c11
		execução de fundações sobre solo instável	a1.c12
		descompressão do terreno por escavação lateral	a1.c13

⁶ Definição de acordo com o W86 – CIB, Building Pathology A State-of-the-art Report, CIB 1993.

Quadro 3.2 – Anomalias e respectivas causas em fundações (continuação)

Fundações			
	Anomalia	Causas da anomalia	
		acréscimo de sobrecargas	a1.c14
		modificação da distribuição das cargas	a1.c15
aa.2	fracturas; fendilhações; desagregação em fundações	criação de situações de atrito negativo	a2.c1
		impulsos laterais devido a carregamentos excessivos e assimétricos	a2.c2
		acréscimo de sobrecargas	a2.c7
		elevada retracção da estrutura	a2.c8
		estrutura muito comprida	a2.c9
		modificação da distribuição das cargas	a2.c10
		secção insuficiente	a2.c11
		material constituinte deficiente	a2.c12
		omissão de armadura de punçoamento quando tal tiver sido considerado	a2.c13
		vibrações geradas no edifício ou proximidade	a2.c14

3.4 Princípios de Intervenção

Devido à grande diversidade de elementos construtivos, técnicas e materiais existentes, não é possível definir soluções específicas de intervenção, sendo apenas possível considerar os princípios de intervenção. Estes princípios servem de orientação para a escolha das intervenções de reabilitação a realizar.

No âmbito desta metodologia foram consideradas apenas as alternativas da reparação ou ocultação da anomalia no caso desta se encontrar estabilizada, uma vez que a opção pelo abandono só deverá ser considerada em último recurso e sempre acompanhada da realização de medidas de segurança preventivas por forma a garantir a integridade física das pessoas. A substituição é também encarada no âmbito desta metodologia como uma situação extrema aplicada apenas aos casos em que o elemento se encontra de tal forma deteriorado ou inadequado que se torna mais viável a sua substituição do que a opção de o reparar.

A solução de intervenção poderá ser realizada tendo em conta diferentes objectivos. A solução utilizada na maioria dos casos tem como objectivo a eliminação das causas que levaram ao aparecimento da anomalia e à eliminação da mesma. Isto pode ser entendido como uma solução de prevenção para o ressurgimento da anomalia. Em outros casos a intervenção visa apenas a eliminação ou a ocultação da anomalia, não intervindo ao nível das causas. Esta solução apenas deverá ser utilizada nos casos em que não há possibilidade dos agentes causadores poderem provocar de novo as anomalias.

Desta forma opta-se pela criação de três níveis relativos aos princípios de intervenção de acordo com o objectivo da intervenção:

- Intervenções ligeiras, de tipo 1, que no âmbito desta metodologia consistem em soluções de ocultação da anomalia ou de intervenção noutros elementos que não o elemento em causa e são apenas aplicáveis aos casos em que não esteja em causa a alteração das características de segurança e resistência do elemento.
- Intervenções médias, de tipo 2, que implicam reparações que podem ou não incluir reforço e que não obrigam à demolição de mais de 50% do elemento ou das quais resulta uma aproximação ao nível de qualidade inicial.
- Intervenções profundas que se entendem como intervenções que visam a demolição de mais de 50% do elemento ou das quais resulta uma melhoria significativa em relação ao nível de qualidade inicial, atingindo-se o nível actual de qualidade médio regulamentar. As intervenções profundas são identificadas como intervenções de tipo 3.

Os condicionalismos inerentes aos princípios de intervenção, tais como o objectivo dessa intervenção, o estado do elemento sujeito à anomalia, ou a diversidade de possíveis soluções a aplicar, conduzem à elaboração de uma base de princípios de intervenção.

A escolha do nível de intervenção, para além do referido, deverá depender da regulamentação específica em vigor, no caso de esta existir, dos aspectos económicos e da opção do dono de obra, entre outras, LNEC (2000).

No quadro 3.3 apresenta-se um exemplo dos princípios de intervenção a efectuar para o caso de fundações directas de alvenaria de pedra, que apresentam fracturas, fendilhações ou desagregação (cód.: aa.1), devido criação de situações de atrito negativo (cód.: a1.c1), impulsos laterais devido a carregamentos excessivos e assimétricos (cód.: a1.c2), rotura durante a cravação à acção mecânica de raízes de espécies vegetais (cód.: a1.c3).

Quadro 3.3 – Soluções de intervenção em fundações directas de alvenaria

Fundações Directas de Alvenaria						
C. Elem	C. Anom	C. Causa	Solução - Nível 1	Solução - Nível 2	Solução - Nível 3	Código da solução
ea.1	aa.1	a1.c1			execução de micro-estacas de betão atravessando as fundações existentes	a1.a1.c1.s1
ea.1	aa.1	a1.c1			execução de estacas de betão ou aço e da respectiva viga de encabeçamento e recalçamento	a1.a1.c1.s2
ea.1	aa.1	a1.c2	execução de um sistema de drenagem		execução de micro-estacas de betão atravessando as fundações existentes	a1.a1.c2.s1
ea.1	aa.1	a1.c2	execução de um sistema de drenagem		execução de estacas de betão ou aço e da respectiva viga de encabeçamento e recalçamento	a1.a1.c2.s2
ea.1	aa.1	a1.c2	impermeabilização do terreno por injeção de caldas			a1.a1.c2.s3
ea.1	aa.1	a1.c3	consolidação do terreno por injeção de caldas		execução de micro-estacas de betão atravessando as fundações existentes	a1.a1.c3.s1
ea.1	aa.1	a1.c3	consolidação do terreno por injeção de caldas		execução de estacas de betão ou aço e da respectiva viga de encabeçamento e recalçamento	a1.a1.c3.s2

3.5 Trabalhos de Reabilitação

Após a escolha do princípio de intervenção a efectuar num dado elemento construtivo, há que proceder à identificação dos trabalhos necessários para a sua implementação. Estes trabalhos poderão ser agrupados em trabalhos preparatórios e trabalhos de reabilitação. Os trabalhos

preparatórios destinam-se a criar as necessárias condições em termos de meios e de segurança para a realização da intervenção, enquanto que os trabalhos de reabilitação têm como objectivo a ocultação, reparação ou reforço preconizados pelo nível de intervenção considerado.

No âmbito desta metodologia, apenas são considerados os trabalhos de reabilitação necessários para a implementação dos princípios de intervenção definidos, uma vez que os trabalhos preparatórios têm que ser avaliados para cada caso específico tanto na fase de projecto como em obra.

Os trabalhos de reabilitação, que aqui merecem especial atenção, consistem fundamentalmente nas operações directamente realizadas sobre o elemento sujeito a anomalia ou sobre as causas da mesma. Estes trabalhos podem, assim, destinar-se:

- à ocultação da anomalia;
- à eliminação da anomalia;
- à eliminação das causas da anomalia;
- ao reforço do elemento construtivo.

A escolha do tipo de trabalho mais adequado vai depender directamente das soluções encontradas para cada caso específico, entendendo-se cada caso específico como a ligação possível entre o elemento, a anomalia e a respectiva causa.

Uma vez que foram definidos três níveis de princípio de intervenção para as soluções de reabilitação para cada caso específico, verificou-se a necessidade de atribuir a cada um desses níveis os correspondentes trabalhos de reabilitação. Desta forma, foram definidos três níveis para os trabalhos de reabilitação.

No quadro 3.4 apresenta-se um exemplo dos trabalhos necessários para a implementação dos princípios de intervenção (cód.: a2.a2.c6.s1), definidos para o caso de fundações directas de betão armado, que apresentam fracturas, fendilhações ou desagregação devido à acção mecânica de raízes de espécies vegetais (cód.: a2.a2.c6.t1).

Quadro 3.4 – Trabalhos de reabilitação em fundações directas de betão armado

Fundações Directas de Betão Armado				
Código da Solução	Trabalho - Nível 1	Trabalho - Nível 2	Trabalho - Nível 3	Código do Trabalho
a2.a2.c6.s1	proceder ao corte ou transplante das espécies vegetais, implicando a remoção das raízes por escavação. No final proceder ao enchimento e compactação da zona escavada e à sua repavimentação	tn1 ⁷ + limpeza das superfícies ao longo das fissuras, remover o material desagregado. Colocar orifícios de injeção e obturar as fissuras entre orifícios. Enviar água sobre pressão para limpar a fissura e verificar a estanquidade obtida. Injectar o ligante	tn2 ⁸ + colocação da cofragem e de grampos metálicos de ligação nas faces laterais do elemento de fundação. Betonar o espaço entre a cofragem e a fundação. Remover a cofragem	a2.a2.c6.t1

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

⁷ tn1 – representa os trabalhos apresentados para o nível de intervenção 1.

⁸ tn2 – representa os trabalhos apresentados para o nível de intervenção 2.

A interligação entre praticamente todas as áreas da engenharia civil a que um técnico de reabilitação tem que recorrer e dominar, torna extremamente complexas as análises das causas de anomalias e a proposta de soluções. Por outro lado a especificidade dos trabalhos e soluções preconizadas obriga a um acompanhamento dos trabalhos de reparação a tempo integral por parte do técnico responsável.

Metodologias como a que aqui se apresenta, não pretendem a substituição dos pareceres técnicos. É fundamental o recurso a pessoas com experiência comprovada em trabalhos de reabilitação e a técnicas de inspecção e diagnóstico de forma a identificar correctamente as causas e a atribuir de forma eficaz a solução correctiva a adoptar. Esta metodologia, permite antes de mais, constituir uma importante base de informação para métodos de apoio à decisão no âmbito da reabilitação / conservação de edifícios. Permite uma visão mais completa e global da diversidade de causas ou soluções existentes, prevenindo ao mesmo tempo eventuais erros de diagnóstico, como seja a atribuição de uma causa para uma anomalia num determinado elemento que se verifica apenas em outro tipo de elementos construtivos.

Com a metodologia desenvolvida pretendeu-se também, organizar e sistematizar a informação existente e criar as bases para futuros trabalhos na área da reabilitação de edifícios e estruturas. A preocupação em tornar a estrutura das bases flexível de modo a permitir a introdução de novos dados, obriga a uma especial atenção sobre a forma como os mesmos são agrupados. Essa flexibilidade é exigida por forma a acompanhar a evolução do conhecimento sobre os materiais existentes e/ou dos novos materiais a introduzir na construção, por forma a permitir a actualização dos trabalhos de reabilitação devido ao progresso tecnológico, para além de permitir uma consulta dos dados simples e eficaz, entre outras razões.

A metodologia aqui apresentada, pode ser implementada com recurso ao software “Patsolutions”⁹ desenvolvido com base no sistema Windows, e que utiliza diversas plataformas de desenvolvimento, nomeadamente o Microsoft Access para as bases de dados e o Visual Basic para o módulo central e como interface na apresentação da informação.

Esta metodologia permite, numa fase posterior, a obtenção de outras informações ou valores importantes para as operações de reabilitação, nomeadamente os rendimentos para os trabalhos identificados, a forma e tipo de medições a efectuar, os custos das intervenções, entre outros.

5. REFERÊNCIAS

Addleson, L. – *Building Failures – A Guide of Diagnosis, Remedy and Prevention*. 3ª. Edição, revista, Butterworth Architecture, Oxford, (1992).

Aguiar, José; Cabrita, A. M. Reis; Appleton, João. – *Guião de Apoio à Reabilitação de Edifícios Habitacionais*. 5.ª Edição, vol.1, Lisboa, LNEC, (2001).

Aguiar, José; Cabrita, A. M. Reis; Appleton, João. – *Guião de Apoio à Reabilitação de Edifícios Habitacionais*. 5.ª Edição, vol.2, Lisboa, LNEC, (2001).

Bezelga, Artur; Neto, Fernando. – *Estimação de Custos de Renovação em Edifícios de Habitação – Métodos Existentes em Alguns Países Europeus*. 1ª Edição. Lisboa. Actas das “1ªs Jornadas Luso-Brasileiras do Património”, (1984).

Gonçalves, A. – *Novos Ensaios Não Destrutivos para a Determinação da Resistência do Betão nas Estruturas*. Memória n.º 671. Lisboa, LNEC, (1986).

⁹ Patsolutions – Software desenvolvido no âmbito do trabalho conducente à obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil, “Soluções e Trabalhos de Reabilitação – Metodologia para a Implementação de Checklists” apresentado por Dinis Leitão.

- Harris, Samuel Y. – *Building Pathology*. 1.^a Edição, E.U.A, John Wiley & Sons, 2001.
- INE – Instituto Nacional de Estatística de Portugal. <http://www.ine.pt>.
- Johnson, Sidney M. – *Deterioration, Maintenance and Repair of Structures*. 2.^a Edição, Nova York, McGraw-Hill, (1981).
- Leitão, Dinis. – *Soluções e Trabalhos de Reabilitação – Metodologia para a Implementação de Checklists*. Tese para a abtenção do grau de mestre em Engenharia Civil pela Universidade do Minho (2003).
- LNEC – *REPAR 2000 – Encontro Nacional Sobre Conservação e Reabilitação de Estruturas*. 1.^a Edição. Lisboa, LNEC, (2000).
- PrEN 1504 – *Products and Systems for Protection and Repair of Concrete Structures. Definitions, Requirements, Quality Control and Evaluation of Conformity*. Parts 1 to 10.
- Sequeira, António M. – *Caracterização e avaliação do mercado da manutenção e reabilitação de edifícios e da conservação do património arquitectónico em Portugal*. 1.^a Edição, Lisboa, G.E.Co.R.P.A., (1999).
- W86 – CIB, *Building Pathology A State-of-the-art Report*, CIB (1993).