



# Revista ALCONPAT

[http://www.mda.cinvestav.mx/revista\\_alconpat](http://www.mda.cinvestav.mx/revista_alconpat)

eISSN 2007-6835



Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción

## Sistemas de gestão técnica integrada de edifícios: inspecção e reparação de elementos não estruturais.

G. T. Ferraz<sup>1</sup>, J. de Brito<sup>1</sup>, V. P. De Freitas<sup>2</sup>, J. D. Silvestre<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IST, Lisboa; Portugal, E-mail: [jorge.brito@civil.ist.utl.pt](mailto:jorge.brito@civil.ist.utl.pt)

<sup>2</sup> FEUP, Porto; Portugal,

### Información del artículo

Artículo recibido el 16 de Julio de 2015, revisado bajo las políticas de publicación de la Revista ALCONPAT y aceptado el 25 de Agosto de 2015. Cualquier discusión, incluyendo la réplica de los autores, se publicará en el primer número del año 2016 siempre y cuando la información se reciba antes del cierre del tercer número del año 2015.

© 2015 ALCONPAT Int.

### Información Legal

Revista ALCONPAT, Año 5, No. 2, Mayo - Agosto 2015, es una publicación cuatrimestral de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, Internacional, A.C., Km. 6, antigua carretera a Progreso, Mérida Yucatán, C.P. 97310, Tel. 5219997385893, [alconpat.int@gmail.com](mailto:alconpat.int@gmail.com), Página Web: [www.mda.cinvestav.mx/alconpat/revista](http://www.mda.cinvestav.mx/alconpat/revista)  
Editor responsable: Dr. Pedro Castro Borges. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2013-011717330300-203, eISSN 2007-6835, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de Informática ALCONPAT, Ing. Elizabeth Sabido Maldonado, Km. 6, antigua carretera a Progreso, Mérida Yucatán, C.P. 97310, fecha de última modificación: 30 de Junio de 2015.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor.  
Queda totalmente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la ALCONPAT Internacional A.C.

## RESUMO

A comunidade científica internacional tem dedicado a maior atenção ao vasto campo do conhecimento da inspecção, diagnóstico, manutenção e reabilitação das construções, o qual pode ser utilizado no desenvolvimento de sistemas de gestão integrada de edifícios. Neste artigo, é feito um enquadramento aos métodos de avaliação da patologia em elementos não-estruturais de edifícios, com base nos actualmente existentes, apresentando-se alguns dos desafios neste domínio. É também apresentado um modelo a implementar em sistemas de gestão integrada de um edifício, constituindo uma linha condutora e uma base de trabalho consistente para que um sistema deste tipo seja posto em prática.

**Palavras-chave:** patologia da construção, sistema pericial baseado no desempenho, método de avaliação, gestão de edifícios.

## ABSTRACT

The international scientific community has paid great attention to the wide field of inspection, diagnosis, maintenance and rehabilitation of construction, which can be used in the development of integrated buildings management systems. This paper browses the methods of evaluation of the pathological situation of non-structural building elements, based on existing ones and presenting also some of the challenges in this field. A model to be implemented in integrated buildings management systems is also proposed, which is a consistent guideline and working basis for such a system to become a reality.

**Keywords:** building pathology, expert knowledge-based system, assessment method, building management.

## RÉSUMEN

La comunidad científica internacional ha dedicado la mayor atención a la vasta área de conocimiento de la inspección, diagnóstico, mantenimiento y rehabilitación de edificios, que se puede utilizar en el desarrollo de sistemas de gestión de edificios integrados. En este artículo, se realiza un encuadramiento de los métodos de evaluación de patología en elementos no estructurales de los edificios, basado en los actuales, presentando algunos de los desafíos en esta área. También se presenta un modelo a implementar en sistemas integrados de gestión de un edificio, formando una línea conductora y una base consistente para un sistema que se ponga en su lugar.

**Palabras clave:** patología de la construcción, sistema experto basado en el desempeño, método de evaluación, gestión de edificios.

Autor de correspondencia: Jorge de Brito

## **1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS**

A fase de utilização dos edifícios é, de longe, a mais importante da sua vida útil, dos pontos de vista económico e ambiental. A vida útil de um edifício corresponde ao período de tempo após a construção durante o qual o edifício, ou os seus elementos, excedem os requisitos mínimos funcionais para o qual foram projectados (Haapio and Viitaniemi, 2008). Portanto, é hoje em dia consensual que o prolongamento da vida útil dos edifícios, tanto quanto a sua degradação física o permitir, é a opção mais adequada (de Brito, 2009).

A nível nacional, a ausência de políticas de incentivo às actividades de reabilitação e manutenção, combinada com um cenário económico que promoveu a construção nova, favoreceu o crescimento suburbano durante décadas. Neste contexto, Portugal assiste a uma mudança de paradigma no sector da construção, que envolve a mudança do foco na nova construção para a reabilitação de edifícios existentes. De facto, quando os edifícios são submetidos a actividades de manutenção e reabilitação, a durabilidade dos elementos construtivos é aumentada, incrementando a vida útil expectável do edifício (Amaral and Henriques, 2013).

A despeito de cada edifício ser único e apresentar diferentes tipos de anomalias, é possível identificar padrões ao analisar uma amostra significativa de edifícios. Desta forma, foram iniciadas bases de dados que fornecem orientação na prevenção e reparação, através da análise sistémica dos dados recolhidos de inspecções. Uma vez que as actividades de manutenção e reabilitação são fundamentais para a durabilidade dos edifícios, é essencial uma interpretação correcta das suas anomalias, apoiada em inspecções e diagnósticos objectivos. No entanto, os processos de inspecção e diagnóstico dos edifícios são bastante complexos, influenciando a precisão das medidas de intervenção subjacentes (Aguiar et al. 2006).

A comunidade científica nacional e internacional tem dedicado a maior atenção ao vasto campo do conhecimento da inspecção, diagnóstico, manutenção e reabilitação das construções, incluindo a sua utilização no desenvolvimento de sistemas de gestão integrada de edifícios. Um grande esforço tem também sido feito na introdução de modelos computacionais, a fim de auxiliar os engenheiros nos seus processos de tomada de decisão (Farinha et al. 2005). Embora os sistemas de gestão de edifícios sejam trivialmente usados em empresas, o foco principal de tais sistemas é geralmente a gestão de valor patrimonial e a gestão da manutenção planeada (Chang e Tsai, 2013). No entanto, as anomalias em edifícios podem comprometer o seu desempenho a nível estrutural e/ou não estrutural, sendo por vezes necessárias intervenções dispendiosas, a fim de devolver o edifício ao seu estado original. Por conseguinte, a não utilização de sistemas de gestão que integrem a inspecção e diagnóstico de edifícios pode comprometer o desempenho dos mesmos a longo prazo (Amaral e Henriques, 2013).

Os estudos da patologia da construção têm ganho destaque na conjuntura actual. Neste artigo é feita uma revisão no âmbito dos métodos de avaliação da patologia em edifícios, apresentando alguns dos desafios neste domínio, nomeadamente no que se refere à implementação de um sistema de gestão integrada de edifícios fiável e utilitário.

## **2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA PATOLOGIA EM EDIFÍCIOS**

Os avanços no domínio das tecnologias de informação têm propiciado a automação dos processos de tomada de decisão no domínio da engenharia. No final da década de 1980, a intensa actividade na área da tecnologia conduziu à implementação de diversos sistemas de gestão, referentes a diversas áreas da engenharia (Farinha et al. 2005). No que se refere à patologia da construção, são

cronologicamente apresentados os mais importantes métodos de avaliação da patologia em edifícios, com foco nos elementos não-estruturais.

### **2.1 DEFECT ACTION SHEETS (1982)**

A organização britânica BRE (*Building Research Establishment*), especializada em edifícios, publicou uma série de fichas de anomalias em edifícios, constituindo uma importante base de dados (Trotman, 2006). Em resumo, 144 fichas de anomalia (*Defect action sheets*) foram publicadas entre 1982 e 1990. O intuito destas fichas é fornecer as informações necessárias aos profissionais do sector da construção, no âmbito da prevenção e correcção de anomalias em edifícios. Cada uma destas fichas é composta por duas folhas A4 estruturadas da seguinte forma: i) Descrição da anomalia; ii) Descrição das causas; iii) Medidas de prevenção; e iv) Referências e informações complementares. Posteriormente, estas fichas foram agrupadas e republicadas (BRE, 2001; CIB - W086 Building Pathology, 2013).

### **2.2 FICHAS DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS (1985)**

Nas actas do 1º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação, realizado em Lisboa, em Junho de 1985, foi apresentada uma metodologia para a avaliação da patologia de um edifício que seria adoptada na elaboração das conhecidas fichas de reparação de anomalias, publicadas pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC, 1985). O conjunto destas fichas é segmentado da seguinte forma: i) Anomalias estruturais; ii) Anomalias não-estruturais; e iii) Instalações e equipamentos. A cada um dos segmentos corresponde um grupo de fichas de reparação de anomalias. Cada uma destas fichas foi estruturada do seguinte modo: i) Sintomas; ii) Exame; iii) Diagnóstico de causas; e iv) Reparação.

### **2.3 CASES OF FAILURE INFORMATION SHEET (1993)**

O Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Edifícios e Construção - CIB (*Conseil International du Bâtiment*) tem um grupo de trabalho responsável pela pesquisa em patologia da construção, designado *W086 Building Pathology*. Este grupo de trabalho publicou, em Junho de 1993, um modelo de fichas de patologia, intituladas *Cases of failure information sheet*, inteiramente dedicadas aos registos de patologia, apontando para a necessidade da sistematização do conhecimento no campo (CIB - W086 Building Pathology, 1993). Foi sugerida uma estrutura para a preparação de fichas de patologia: i) Elemento construtivo; ii) Descrição da problemática; iii) Descrição das anomalias evidentes; iv) Descrição de anomalias que podem ser monitorizadas; v) Representação gráfica (foto, desenho, desenho); vi) Descrição da anomalia; vii) Identificação dos agentes que causaram a anomalia; viii) Erros; e ix) Relatório de diagnóstico.

### **2.4 FICHES PATHOLOGIE DU BÂTIMENT (1995)**

Em 1995, a agência francesa AQC (*Agence Qualité Construction*), em parceria com a Fundação SMA, desenvolveu um conjunto de fichas de patologia, intituladas *Fiches pathologie du bâtiment* (AQC, 2014). Estas fichas foram elaboradas de forma a evidenciar as principais anomalias em edifícios em França, com base na análise de sinistros reportados a companhias de seguros. As 61 fichas existentes foram criadas em 1995 e já estão disponíveis *on-line* desde 2003 (ver figura 1). Estas foram agrupadas e seccionadas de acordo com as partes do edifício afectado. À semelhança dos casos anteriores, estas fichas estão estruturadas do seguinte modo: i) Descrição da anomalia; ii) Diagnóstico; iii) Pontos sensíveis; iv) Conselhos de prevenção; e v) Informações adicionais.

### **2.5 CONSTRUDOTOR (2003)**

A empresa portuguesa OZ - Diagnóstico, Pesquisa e Controlo de Qualidade de Estruturas e Fundações, Lda. desenvolveu um serviço de pré-diagnóstico de anomalias em edifícios, chamado

Construdoctor (Ribeiro e Cóias, 2003). O serviço surge como um sistema que fornece diagnóstico *on-line*, cujo principal objectivo é auxiliar na correcção de anomalias em edifícios, proporcionando explicações básicas sobre as causas prováveis, fazendo um diagnóstico preliminar e definindo medidas correctivas. O serviço oferece um pré-diagnóstico com base num formulário *on-line* (ver figura 2). Após submissão, as respostas do utilizador são avaliadas por especialistas na patologia e reabilitação da construção, que preenchem um relatório *on-line* com identificação da anomalia, especificando as possíveis causas e acções correctivas.



Figura 1. *Fiches pathologie du bâtiment* (AQC, 2014)

Figura 2. Formulário *on-line* (Construdoctor) (Ribeiro e Cóias, 2003)

## 2.6 "APRENDER COM OS ERROS" (2004)

O catálogo de patologia italiano "Aprender com os erros" (BEGroup, 2004) foi desenvolvido pela BEGroup do Departamento de Ciência e Tecnologia do Património Construído (BEST) no Politécnico de Milão. O catálogo referido é acessível *on-line* (ver figura 3), totalmente em italiano, onde os arquivos de patologia podem ser acedidos. À semelhança dos casos anteriores, estas fichas estão estruturadas do seguinte modo: i) Registos de materiais; ii) Mecanismo de deterioração; iii) Registos de patologia; iv) Registos de casos de estudo; e v) Registos de anomalias.

## 2.7 PATORREB (2004)

O Grupo de Estudos da Patologia da Construção criou um *website* dedicado à divulgação de um catálogo de fichas de patologia (Freitas et al. 2007). Desde 2004, os utilizados registados têm acesso ao campo de Patologia, onde o esquema de um edifício apresenta as fichas de patologia de acordo com o elemento construtivo (ver figura 4). Ao seleccionar o respectivo elemento, é apresentada a lista de fichas de patologia associadas. À semelhança dos casos anteriores, estas fichas estão estruturadas do seguinte modo: i) Identificação da patologia; ii) Descrição da patologia; iii) Sondagens e medidas; iv) Causas da patologia; e v) Soluções possíveis de reparação.



Figura 3. "Aprender com os erros" (BEGroup, 2004)



Figura 4. Esquema de um edifício (Patorreb) (Freitas et al. 2007)

## 2.8 WEB-BASED PROTOTYPE SYSTEM (2009)

Em 2009, Fong e Wong criaram o protótipo de um sistema de gestão integrada de edifícios (ver figura 5), tendo vários objectivos em mente: i) fornecer uma abordagem amigável do utilizador; ii) fornecer uma abordagem simplificada no processo de apresentação da informação; e iii) permitir a comunicação entre os diferentes utilizadores do sistema, melhorando a troca e partilha de conhecimentos e experiência, no âmbito da patologia da construção (Fong e Wong, 2009). Com



esse fim, foi usado um questionário para investigar as opiniões dos profissionais da construção relativamente à captação e reutilização de conhecimento e experiência. Após o levantamento preliminar, realizaram-se entrevistas a profissionais interessados, registando-se o conhecimento e experiência acumulada em formulários livres de qualquer estrutura, sendo posteriormente introduzidos no protótipo do sistema de gestão integrada.

## 2.9 MAINTAINABILITY WEBSITE (2010)

Em 2004, foi desenvolvido, na Universidade Nacional de Singapura (NUS), um projecto de dois anos concebido para estudar os problemas sofridos por diferentes tipos de edifícios em climas tropicais. Em 2005, foi criado o *Maintainability website* (ver figura 6), sendo actualizado até ao ano de 2010. O *website* procura consciencializar os profissionais da construção acerca dos obstáculos para uma boa manutenção de edifícios (Chew, 2010). O *website* foi desenvolvido em Inglês e está dividido nos seguintes módulos: i) Biblioteca de anomalias, com informações sobre tipos de anomalias e suas causas, manutenção e métodos de diagnóstico; ii) Manual de materiais, com informações sobre o desempenho e durabilidade dos materiais; e iii) Sistema de avaliação da manutenção, desenvolvido para facilitar a selecção de alternativas sustentáveis. Relativamente ao módulo i) Biblioteca de anomalias, que está directamente relacionado com o âmbito do presente artigo, a base de dados de anomalias está agrupada do seguinte modo: i) Anomalias em fachadas, ii) Anomalias em áreas húmidas, iii) Anomalias em caves; e iv) Anomalias em coberturas. No que diz respeito aos registos de anomalias, estes estão organizados do seguinte modo: nas duas primeiras secções, o tipo de anomalia é ilustrado e as possíveis causas explicadas; as boas práticas na construção são compiladas na terceira secção, com o objectivo de evitar erros sistemáticos; na quarta secção são ilustradas as técnicas de diagnóstico e manutenção; as possíveis técnicas correctivas são ilustradas na quinta secção.



Figura 5. *Web-based prototype system* (Fong e Wong, 2009)



Figura 6. *Maintainability website* (Chew, 2010)

## 2.10 BUILDING MEDICAL RECORD (2013)

Em 2013, Chang e Tsai propuseram um conceito de “registro médico de um edifício”, análogo aos registros médicos humanos (Chang e Tsai, 2013), apresentando um sistema de diagnóstico. No cenário de aplicação deste sistema, um perito pesquisa situações patológicas numa base de dados, para auxiliar o diagnóstico de anomalias em edifícios. O utilizador recebe a notificação, através de uma ligação à Internet, no local da construção. Este sistema é composto por quatro módulos principais: i) Processamento de documentos; ii) Extração da solução chave; iii) Cálculo da similaridade; e iv) Classificação da importância. Segundo os autores, as construtoras podem oferecer serviços especializados, em resposta a problemas de manutenção e de gestão, seguindo este sistema. A acumulação eficaz e reutilização de registros de reparação também podem ser feitas durante a fase de projecto de um edifício.

## 3. ANÁLISE CRÍTICA E COMPARATIVA

Ainda que, na reabilitação de edifícios, cada caso seja um caso, a maioria das ocorrências de anomalias em elementos não estruturais pode ser resolvida de uma forma sistémica. Usando dados das inspecções, o cruzamento de informações, e um sistema de gestão integrada de um edifício, um inspector pode diagnosticar a anomalia e definir a melhor técnica de reparação. Neste contexto, a aquisição de dados sobre o desenvolvimento de anomalias na construção é indispensável para o planeamento das acções de manutenção e reparação. A fiabilidade desta informação é fundamental para tomar decisões racionais.

Partindo da análise dos métodos de avaliação da patologia em edifícios, pode-se facilmente concluir que todos têm uma estrutura semelhante no que se refere à descrição de anomalias: i) Descrição / identificação da anomalia; ii) Causas prováveis; e iii) Diagnóstico e técnica de reparação. Indubitavelmente, parece que todos os métodos de avaliação da patologia em edifícios encontrados na literatura têm uma organização semelhante, mas nenhuma é inteiramente dedicado à intervenção, o que reforça a importância da investigação neste domínio.

Em relação aos métodos de avaliação baseados em fichas de anomalia, *Defect action sheets* (1982), Fichas de reparação de anomalias (1985) e *Cases of failure information sheet* (1993), estes representaram o ponto de partida para a análise sistémica da patologia em edifícios. Através da análise sistémica dos dados recolhidos em estudos de investigação, foi possível estabelecer bases de dados confiáveis, que fornecem ainda orientação na prevenção e reparação de anomalias em

elementos não-estruturais de edifícios, um contributo importante no desenvolvimento de sistemas de gestão integrada. No entanto, o conteúdo da informação poderá estar em desacordo com as correntes práticas construtivas, devido aos contínuos avanços nas técnicas de construção e reparação.

No que respeita aos métodos de avaliação que fazem uso das mais recentes tecnologias da informação, é possível identificar três métodos muito semelhantes na sua génese: *Fiches pathologie du bâtiment* (1995), "Aprender com os erros" (2004) e Patorreb (2004). Nestes casos, diversas fichas de anomalias são acessíveis através de um *website*, a partir de onde podem ser descarregadas e impressas. Através destes métodos, a divulgação dos registos de patologia tornou-se uma realidade. No entanto, não foram tomadas medidas a fim de filtrar o conteúdo das fichas de patologia, de modo a fornecer aos utilizadores uma solução de reparação expedita.

Os métodos de avaliação Construductor (2003) e *Building medical record* (2013), emergem como sistemas que fornecem diagnóstico *on-line*. Após a submissão de um formulário, as respostas do utilizador são avaliadas por especialistas na patologia da construção, que preenchem um relatório *on-line*. No entanto, observa-se que a informação fornecida no relatório é apenas em um pré-diagnóstico dado por técnicos, sem uma visita ao edifício. Por essa razão, o relatório não pode ser, por vezes, tão preciso quanto a desejado.

Relativamente ao método *Web-based prototype system* (2009), é importante notar que o sistema não foi concebido para fornecer quaisquer regras sistematizadas. Segundo os autores, as investigações concluíram que o conhecimento, no âmbito da patologia da construção, é de contexto específico e não pode ser generalizado. Em vez disso, o sistema permite aos utilizadores partilhar e recuperar a experiência de outros profissionais, a fim de facilitar o seu próprio processo de tomada de decisão.

Por fim, maior atenção deve ser prestada ao método *Maintainability website* (2010). Este método pretende fornecer um diagnóstico objectivo, através do desenvolvimento de uma biblioteca de anomalias abrangente, um manual de materiais e um sistema de classificação das técnicas de manutenção. Relativamente à biblioteca, as anomalias e respectivas causas são explicadas e ilustradas através de fotografias. As técnicas de diagnóstico e reparação estão também incluídas. Desta forma, os utilizadores deste método de avaliação são incentivados a encontrar um diagnóstico, com base em imagens. No entanto, não foram encontrados dados estatísticos, especificamente no que se refere às correlações entre anomalias, diagnóstico e técnicas de reparação. Como resultado, o diagnóstico pode não ser tão preciso quanto desejado, uma vez que é claramente dependente da experiência do utilizador / inspetor. Por esse motivo, o método apresenta alguns desafios no que diz respeito à intervenção.

Entre outros desafios identificados sobre os métodos de avaliação da patologia em edifícios encontrados na literatura, a objectividade da informação concedida é um pré-requisito para a tomada de decisões racionais. A fim de superar alguns dos desafios encontrados, investigadores do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa desenvolveram sistemas de inspecção e diagnóstico, aplicados a vários elementos construtivos não estruturais. Estes sistemas são caracterizados pela definição e classificação das quatro variáveis mais importantes na patologia: anomalias, causas, técnicas de diagnóstico e técnicas de reparação, sendo que foram também estabelecidas correlações quantitativas (de Brito, 2009). Seguindo uma abordagem sistémica, estudos foram publicados sobre os seguintes elementos não-estruturais de edifícios:

- i) Impermeabilizações de coberturas em terraço (Walter et al. 2005);
- ii) Revestimentos cerâmicos aderentes em pavimentos e paredes (Silvestre e de Brito, 2009; Silvestre e de Brito, 2010; Silvestre e de Brito, 2011);
- iii) Revestimentos epóxicos em pisos industriais (Garcia e de Brito, 2008);
- iv) Paredes de alvenaria (Gonçalves et al. 2013, 2014);
- v) Revestimentos de piso lenhosos (Delgado et al. 2013);



- vi) Revestimentos em pedra natural em pavimentos e paredes (Neto e de Brito, 2011; Neto e de Brito, 2012)
- vii) Divisórias em gesso laminado (Gaião et al. 2011; Gaião et al. 2012);
- viii) Estuques correntes em paramentos interiores (Palha et al. 2012; Pereira et al. 2011);
- ix) Revestimentos em coberturas inclinadas (Garcez et al. 2012; Garcez et al. 2015a; Garcez et al. 2015b);
- x) Rebocos em paredes (Sá et al. 2015a; Sá et al. 2015b);
- xi) Pinturas em rebocos e estuques (Pires et al. 2015a; Pires et al. 2015b);
- xii) ETICS (Amaro et al. 2013; Amaro et al. 2014);
- xiii) Caixilharias (Santos, 2012; Vicente, 2012).

Através de uma intensa pesquisa bibliográfica baseada em publicações científicas internacionais, recolheu-se a informação actualmente disponível sobre a patologia de elementos não estruturais. Esta informação foi complementada com a execução de trabalhos de campo com extensas amostras representativas, permitindo a criação de um maior entendimento relativamente à origem das anomalias, oferecendo um método sistémico para o diagnóstico das mesmas e facilitando a escolha de métodos de intervenção para reparação. Estes sistemas dispõem das seguintes ferramentas:

- i) Lista classificativa de anomalias: identificação e classificação das anomalias mais comuns em cada elemento;
- ii) Lista classificativa de causas: identificação e classificação das causas mais prováveis na origem das diversas anomalias identificadas;
- iii) Lista classificativa de técnicas de diagnóstico: classificação do tipo de ensaios que permitem caracterizar as anomalias identificadas, assim como auxiliar na determinação da sua possível origem;
- iv) Lista classificativa de técnicas de reparação: classificação do tipo de técnicas de intervenção mais adequadas para cada uma das anomalias identificadas;
- v) Matriz de correlação anomalias-causas: atribuição de relação nula, indirecta ou directa entre cada anomalia e cada causa listada;
- vi) Matriz de correlação inter-anomalias: probabilidade de desenvolvimento de uma anomalia, na presença de outra;
- vii) Matriz de correlação anomalias-técnicas de diagnóstico: atribuição de relação nula, média ou alta a uma técnica de diagnóstico necessária para a caracterização de uma anomalia, ou entendimento das suas condições para conhecimento da origem;
- viii) Matriz de correlação anomalia-técnicas de reparação: atribuição de relação nula, média ou alta a uma técnica de reparação relativa à sua adequação na resolução de anomalias.

No entanto, nenhum dos sistemas criados se encontra devidamente informatizado, sendo ainda susceptíveis a inadequadas interpretações, possibilitando ainda a incorrecção da utilização dos mesmos.

#### **4. PERSPECTIVAS FUTURAS**

Na área da reabilitação de edifícios, estabelece-se que o procedimento de reabilitação deve começar com uma inspecção, assegurando a caracterização adequada das anomalias existentes, que culminará com a apresentação de um diagnóstico e respectiva técnica de reparação. Tendo demonstrado a importância de estabelecer métodos de avaliação da patologia em edifícios, é importante criar um sistema de gestão integrada de edifícios fiável, que possibilite o acesso ao vasto campo do conhecimento da patologia das construções.

A partir da análise dos métodos de avaliação da patologia de edifícios encontrados na literatura, pode-se concluir que todos têm uma organização semelhante mas nenhum é inteiramente dedicado à intervenção. A fim de criar um sistema de gestão integrada fiável, os vários sistemas parciais desenvolvidos no Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa afiguram-se como bases confiáveis, uma vez que se regem pela mesma abordagem sistémica, ancorada no conhecimento nas áreas da inspecção, diagnóstico e reabilitação de elementos não-estruturais de edifícios. Através desta abordagem sistémica, foram definidos e classificados os parâmetros mais importantes da patologia dos vários elementos de construção, bem como as correlações quantitativas entre estes. Neste contexto, a criação de um sistema de gestão integrada global, incluindo todos os sistemas parciais desenvolvidos até o momento, surge como uma perspectiva futura bastante credível.

A implementação de um sistema de gestão integrada de edifícios ancorado nos sistemas parciais desenvolvidos no Instituto Superior Técnico, irá colocar em prática todas as ferramentas referidas na secção 3 deste artigo. No entanto, ainda há um longo caminho a seguir, a fim de colocar esse sistema em prática. A criação de um sistema global com base em listas normalizadas de anomalias, causas, métodos de inspecção e técnicas de reparação apresenta-se como um grande desafio, devido à quantidade enorme de informação. A análise e normalização dos vários sistemas parciais abrangem a apreciação conjunta de anomalias, causas, técnicas de diagnóstico e métodos de reparação de cada elemento construtivo.

A fim de implementar um sistema de gestão integrada de edifícios, deve-se ter em consideração as diversas fases por que um edifício passa, incluindo as inspecções periódicas gerais e específicas aos vários elementos constituintes do edifício, bem como as consequentes intervenções de manutenção, reparação e/ou substituição. Para que um sistema deste tipo seja posto em prática, é necessário construir uma ferramenta informatizada que tenha como base o edifício e os seus vários elementos. Este sistema deverá incluir uma base de dados que permita armazenar a informação relevante sobre o edifício; um módulo que permita a normalização das actividades de inspecção e dos relatórios resultantes; e um módulo de decisão sobre a acção a realizar após a inspecção e o diagnóstico de anomalias eventualmente existentes, dedicado às operações de manutenção do edifício. Empregando os atributos referidos, espera-se a minimização da subjectividade das inspecções de elementos de edifícios e a eliminação da dependência da experiência do inspector, apontadas como alguns dos desafios associados aos métodos de avaliação da patologia em edifícios existentes.

Por fim, prevê-se que o sistema de inspecção informatizado proposto tenha a seguinte aplicação prática: i) utilização em inspecções; ii) utilização no âmbito dos planos de manutenção pró-activa de edifícios; iii) apoio à decisão em projectos de reabilitação; iv) preparação de relatórios de delapidação de edifícios; v) utilização para reconhecimento oficial; vi) preparação do relatório final de diagnóstico com uma estrutura normalizada; vii) utilização como base pré-normativa de metodologia normalizada para inspecções a edifícios que tenham de ser reconhecidas oficialmente; e viii) avaliação e gestão de activos imóveis.

## 5. REFERÊNCIAS

- Aguiar, J., Paiva, J. e Pinho, A. (2006), “*Guião de apoio à reabilitação de edifícios habitacionais*”, LNEC, Lisboa.
- Amaral, S. e Henriques, D. (2013), “*Inspection and diagnosis: A contribution to modern buildings sustainability*.” Proc., Portugal SB13, Guimarães, Portugal, Multicomp, pp. 75-82.
- Amaro, B., Saraiva, D., de Brito, J. e Flores-Colen, I. (2013), “*Inspection and diagnosis system of*

- ETICS on walls.*” Construction and Building Materials, Volume 47, pp. 1257-1267.
- Amaro, B., Saraiva, D., de Brito, J. e Flores-Colen, I. (2014), “*Statistical survey of the pathology, diagnosis and rehabilitation of ETICS in walls.*” Journal of Civil Engineering and Management, Volume 20, pp. 511-526.
- AQC (2014), *Agence Qualité Construction*. [Online] Disponível em: <http://www.qualiteconstruction.com/outils/fiches-pathologie.html>
- BEGroup (2004), *Imparare dagli errori*, Italy, Regione Lombardia (em Italiano).
- BRE (2001), *Defect Action Sheets - The complete set*, London, BREPress.
- Chang, C.-Y. e Tsai, M.-D. (2013), “*Knowledge-based navigation system for building health diagnosis.*” Advanced Engineering Informatics, Volume 27, pp. 246-260.
- Chew, Y. L. (2010), *Maintainability of facilities: for building professionals*. Singapore, World Scientific.
- CIB - W086 Building Pathology (1993), *Building pathology: A state-of-the-art report*, Delft, Netherlands: CIB.
- CIB - W086 Building pathology (2013), *A state-of-the-art report on building pathology*, CIB, FEUP, LFC.
- de Brito, J. (2009), “*Sistemas de inspeção e diagnóstico em edifícios.*” Porto, Portugal, 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação, pp. 13-23.
- Delgado, A., de Brito, J. e Silvestre, J. D. (2013), “*Inspection and diagnosis system for wood flooring.*” Journal of Performance of Constructed Facilities, Volume 27, pp. 564-574.
- Farinha, F., Portela, E., Domingues, C. e Sousa, L. (2005), “*Knowledge-based systems in civil engineering: Three case studies.*” Advances in Engineering Software, Volume 36, p. 729–739.
- Fong, P. S. W. e Wong, K. (2009), “*Knowledge and experience sharing in project-based building maintenance community of practice.*” International Journal of Knowledge Management Studies, Volume 3, pp. 275-294.
- Freitas, V. P. d., Alves, S. e Sousa, M. (2007), “*Um contributo para a sistematização do conhecimento da patologia da construção em Portugal - www.patorreb.com*”. Proc., 2º Congresso de Argamassas de Construção, Lisboa, Portugal.
- Gaião, C., de Brito, J. e Silvestre, J. (2011), “*Inspection and diagnosis of gypsum plasterboard walls.*” Journal of Performance of Constructed Facilities, Volume 25, pp. 172-180.
- Gaião, C., de Brito, J., Silvestre, J. (2012), “*Technical Note: Gypsum plasterboard walls: inspection, pathological characterization and statistical survey using an expert system.*” Materiales de Construcción, Instituto Eduardo Torroja, Spain, pp. 285-297.
- Garcez, N., Lopes, N., de Brito, J. d. e Sá, G. (2012), “*Pathology, diagnosis and repair of pitched roofs with ceramic tiles: Statistical characterisation and lessons learned from inspections.*” Construction and Building Materials, Volume 36, pp. 807–819.
- Garcez, N., Lopes, N., de Brito, J. e Silvestre, J. (2015a), “*System of inspection, diagnosis and repair of external claddings of pitched roofs.*” Construction and Building Materials, Volume 35, pp. 1034-1044.
- Garcez, N., Lopes, N., de Brito, J., Sá, G., Silvestre, J. (2015b), “*Influence of design on the service life of pitched roofs’ cladding.*”, Journal of Performance of Constructed Facilities, Volume 29, No. 3, pp. 04014073.
- Garcia, J. e de Brito, J. (2008), “*Inspection and diagnosis of epoxy resin industrial floor coatings.*” Journal of Materials in Civil Engineering, Volume 20, pp. 128-136.
- Gonçalves, A., de Brito, J., Branco, F., e Amaro, B. (2013), “*Sistema de inspeção, diagnóstico e reparação de paredes de alvenaria.*” Revista Construlink, vol. 11.

- Gonçalves, A., de Brito, J. e Amaro, B. (2014), “*Systematic approach to inspect, diagnose, and repair masonry walls.*” *Journal of Performance of Constructed Facilities*, doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000650.
- Haapio, A. e Viitaniemi, P. (2008), *Service life of a building in environmental assessment of buildings*. Istanbul, Turkey, pp. 11-14.
- LNEC (1985). *Construction pathology (in Portuguese)*. Lisbon, LNEC, pp. 1-95.
- Neto, N. e de Brito, J. (2011), “*Inspection and defect diagnosis system for natural stone cladding.*” *Journal of Materials in Civil Engineering*, Volume 30, pp. 1433-1443.
- Neto, N. e de Brito, J. (2012), “*Validation of an inspection and diagnosis system for anomalies in natural stone cladding.*” *Construction and Building Materials*, Volume 30, pp. 224-236.
- Palha, F., Pereira, A., de Brito, J. e Silvestre, J. (2012), “*Effect of water on the degradation of gypsum plaster coatings: inspection, diagnosis and repair.*” *Journal of Performance of Constructed Facilities*, Volume 26, pp. 424-432.
- Pereira, A., Palha, F., de Brito, J. e Silvestre, J. (2011), “*Inspection and diagnosis system for gypsum plasters in partition walls and ceilings.*” *Construction and Building Materials*, Volume 25, pp. 2146-2156.
- Pires, R., de Brito, J. e Amaro, B. (2015a), “*Inspection, diagnosis and rehabilitation of painted rendered façades.*” *Journal of Performance of Constructed Facilities*, Volume 29, No. 2, pp. 04014062.
- Pires, R., de Brito, J. and Amaro, B. (2015b), “*Statistical survey of the inspection, diagnosis and repair of painted rendered façades.*” *Structure and Infrastructure Engineering*, Volume 11, No. 5, pp. 605-618.
- Ribeiro, T. and Cóias, V. (2003), “*Construdoctor. Um serviço de pré- diagnóstico via internet.*” *Proc. 3º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios*, Volume 2, pp. 1037-1046, Lisboa, Portugal.
- Sá, G., Sá, J. and de Brito, J. (2015a), “*Inspection and diagnosis system for rendered walls.*” *International Journal of Civil Engineering*, Volume 12, No. 2, pp. 279-290.
- Sá, G., Sá, J., de Brito, J. and Amaro, B. (2015b), “*Statistical survey on inspection, diagnosis and repair of wall renderings.*” *Journal of Civil Engineering and Management*, Volume 21, No. 5, pp. 623-636.
- Santos, A. (2012), *Sistema de inspeção e diagnóstico de caixilharias*, Lisboa, Portugal: Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil no Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.
- Silvestre, J. and de Brito, J. (2009), “*Ceramic tiling inspection system.*” *Construction and Building Materials*, Volume 23, pp. 653-668.
- Silvestre, J. and de Brito, J. (2010), “*Inspection and repair of ceramic tiling within a building management system.*” *Journal of Materials in Civil Engineering*, Volume 22, pp. 39-48.
- Silvestre, J. and de Brito, J. (2011), “*Ceramic tiling in building façades: Inspection and pathological characterization using an expert system.*” *Construction and Building Materials*, Volume 25, p. 1560–1571.
- Trotman, P. (2006), *Building pathology at the Building Research Establishment, UK - Cases studies, data bases and feedback to the construction industry*. 2º Encontro sobre Patologia e Reabilitação, Porto, Portugal: Edições FEUP, 35 p.
- Vicente, M. (2012), *Tecnologia e reabilitação de caixilharias*, Lisboa, Portugal: Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil no Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.
- Walter, A., de Brito, J. and Lopes, J. G. (2005), “*Current flat roof bituminous membranes waterproofing systems - Inspection, diagnosis and pathology classification.*” *Construction and Building Materials*, Volume 19, p. 233–242.