



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil



Manual de utilização e manutenção de edifício

NUNO FERNANDO DUARTE PASCOAL MONTEIRO

Licenciado

Trabalho de Projecto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Área de
Especialização em Engenharia Civil

Orientador:

MESTRE Manuel Brazão de Castro Farinha, Professor Adjunto (ISEL)

Júri:

Presidente: DOUTOR Filipe Manuel Almeida Vasques, Professor Adjunto (ISEL)

Vogais:

LICENCIADO Manuel Augusto Gamboa, Eq. Assistente 2º Triénio (ISEL)

MESTRE Manuel Brazão de Castro Farinha, Professor Adjunto (ISEL)

Setembro de 2011



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil



Manual de utilização e manutenção de edifício

NUNO FERNANDO DUARTE PASCOAL MONTEIRO
Licenciado

Trabalho de Projecto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Área de
Especialização em Engenharia Civil

Documento Provisório

Orientador:

Eng.º Manuel Brazão de Castro Farinha, Professor Adjunto
(ISEL)

Setembro de 2011

RESUMO

A manutenção periódica dos edifícios deve ser encarada como uma prática sustentável pois permite aumentar a vida útil dos edifícios e, conseqüentemente, a redução do consumo de recursos naturais e a criação de resíduos na indústria da construção.

Não existe em Portugal uma prática corrente de manutenção programada e integral dos edifícios, especialmente dos pequenos edifícios de habitação.

Pretende-se, com este trabalho de projecto, desenvolver um exemplo prático de manual de utilização e manutenção de um edifício de habitação unifamiliar.

Primeiro, serão referenciados e caracterizados casos concretos, nacionais e internacionais, de manuais de utilização de edifícios com o respectivo enquadramento.

Serão apresentados os projectos de licenciamento do edifício e elaborados planos complementares para identificação de órgãos e sistemas específicos, não previstos nos projectos de licenciamento.

Será definida a durabilidade de cada material e elemento de construção, de forma a elaborar um plano de manutenção e substituição dos diversos elementos ao longo da vida útil do edifício.

Serão determinadas as tarefas de manutenção periódica e o respectivo custo, que permitirá definir o custo total de manutenção e substituição de elementos ao longo da vida útil do edifício.

Serão identificados os pontos críticos em termos de manutenção e os cuidados de segurança na utilização do edifício.

Palavras-chave: Manual de Utilização de Edifício; Manutenção de Edifício; Manutenção Programada; Custos de Manutenção; Vida Útil de Edifício; Vida Útil; Materiais.

ABSTRACT

The scheduled maintenance of a building should be regarded as a sustainable practice since it allows extending the effective lifetime of a building. As a result one may achieve not only a considerable reduction in the use of natural resources and but also a significant shrinkage of residues.

In Portugal, programmed and integral maintenance of buildings is not a common practice yet, especially in what smaller habitation buildings are concerned.

The aim of this project is to develop a practical example of a manual for the use and maintenance of a free-standing residential building.

First, I will mention and characterize national as well as international examples of the above mentioned manual and their respective legal framing.

Some building draft permits will be presented and complementary plans regarding the identification of bodies and specific systems, which are not provided in the original draft permits, will be elaborated.

The durability of materials and construction elements will be defined in order to settle a maintenance and substitution plan of the several elements, thus allowing an extension of the effective lifetime of a building.

Periodical maintenance tasks and their cost will be specified so as to determine the global cost in terms of the maintenance of elements and their eventual replacement.

Critical points will be identified in terms of maintenance and safety procedures regarding the use of the building.

Keywords: Building's User Manual; Building's Maintenance; Programmed Maintenance; Maintenance Costs; Building's Lifetime; Lifetime; Materials.

Índice

RESUMO	III
ABSTRACT.....	IV
Índice de Gráficos.....	VI
1. INTRODUÇÃO E ENQUADRAMENTO	1
1.1. Motivação.....	1
1.2. Enquadramento e estado da arte.....	4
2. OBJECTIVOS	10
3. METODOLOGIA	11
4. DESENVOLVIMENTO.....	13
4.1. Verificação dos projectos e pormenores construtivos.....	13
4.2. Caracterização dos materiais utilizados em obra	13
4.3. Definição do funcionamento de equipamentos e infra-estruturas. Operações de rotina e de manutenção. Órgãos de manobra e corte de infra-estruturas	14
4.4. Durabilidade dos materiais e elementos de construção	15
4.5. Definição das operações de manutenção e sua caracterização. Fichas de manutenção	19
4.6. Identificação de pontos críticos. Livro de registo de manutenção	20
4.7. Plano de inspecções e ensaios ao longo da vida útil do edifício	21
4.8. Custo das operações de manutenção ao longo da vida útil do edifício	22
5. CONCLUSÕES.....	23
LISTA DE REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

Índice de Gráficos

Gráfico 1 Nível de Qualidade <i>versus</i> Tempo.....	16
---	----

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Eng.º Manuel Brazão Farinha, pelo apoio prestado.

À minha mulher, Xana, pelo carinho, compreensão e capacidade de me aturar nas alturas menos boas;

Às minhas filhas, Filipa, Joana e Carolina, pelos beijinhos, sorrisos e abraços que foram fonte de inspiração e motivo de empenhamento;

Aos meus pais, pelo excelente trabalho de me educar, pelo carinho e por me darem abrigo para a elaboração deste trabalho;

Aos meus irmãos e amigos, porque lhes dei menos atenção do que a merecida.

1. INTRODUÇÃO E ENQUADRAMENTO

1.1. Motivação

“Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades actuais, sem comprometer as necessidades das gerações futuras” (Z4).

Esta definição de desenvolvimento sustentável apareceu pela primeira vez em 1987, no Relatório Brundtland, um relatório elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no âmbito das Nações Unidas.

A satisfação das necessidades das gerações futuras implica uma disponibilidade de recursos naturais equivalente à que temos hoje. Para isso, é fundamental a gestão eficiente dos recursos naturais existentes.

Dos vários sectores económicos, o sector da construção é apontado em vários estudos como responsável por cerca de metade do consumo de recursos naturais.

Por isso, qualquer estratégia visando a redução do consumo de recursos naturais na indústria da construção tem um impacto grande no consumo global dos mesmos e, conseqüentemente, na sua disponibilidade.

A reciclagem de materiais e a utilização de técnicas e tecnologias sustentáveis na construção permitem construir com menor incorporação de recursos naturais.

A manutenção correcta e programada dos edifícios é uma prática sustentável na construção, ao promover o aumento da vida útil do edifício e dos seus componentes, assim como do seu ciclo de vida, limitando, consequentemente, o consumo de recursos naturais.

A indústria da construção é também apontada em vários estudos como responsável por cerca de metade dos resíduos produzidos. O aumento do ciclo de vida dos edifícios e dos seus componentes implica, igualmente, uma redução dos resíduos criados, contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

No nosso país, os proprietários de edifícios de pequena dimensão, como é o caso de uma moradia unifamiliar, não contratam, em geral, serviços de manutenção periódica a empresas especializadas. As razões para isso são culturais, devido a uma atitude reactiva dominante e ao facto de o proprietário não contabilizar, na sua decisão de investimento, os custos com a manutenção periódica do edifício, pelo que, no seu uso, apenas faz manutenção correctiva quando são detectadas anomalias. A única operação de manutenção preventiva e programada realizada neste tipo de edifícios, com alguma frequência, são as pinturas exteriores periódicas e a limpeza de telhados e algerozes.

Além disso, a inoperacionalidade de um edifício destes, total ou parcial, apenas afecta o seu proprietário, ao contrário de edifícios maiores de comércio ou serviços, cuja inoperacionalidade, mesmo que por algumas horas, implica prejuízos económicos avultados. Esta é uma das razões para uma frequência bastante maior de operações de manutenção programadas nos edifícios de comércio e serviços.

A generalidade dos proprietários ou utilizadores de um edifício não tem conhecimentos que lhes permita avaliar e decidir a periodicidade das operações de manutenção de um edifício, mesmo em se tratando de um pequeno edifício, como é o caso abordado, sem o acompanhamento de uma empresa especializada.

Com este trabalho, pretende-se aumentar a frequência de realização de operações de manutenção periódica em edifícios, especialmente nos de pequena dimensão, ao permitir que os proprietários ou utilizadores saibam que operações que devem ser feitas, qual a sua periodicidade, quais poderão realizar com meios próprios e quais as que carecem de recurso a técnicos especializados.

A segurança do utilizador é outra das motivações para a realização deste trabalho.

A manutenção correcta do edifício evita acidentes que podem ter consequências nefastas para os utilizadores.

O manual de utilização informa o utilizador dos potenciais perigos da utilização do edifício e sugere medidas de segurança na utilização do edifício.

1.2. Enquadramento e estado da arte

Quando se compra um electrodoméstico, mesmo de baixo valor, são incluídas as instruções de funcionamento, as advertências de uso e as condições da garantia. No caso de um edifício, que tem um valor económico e uma durabilidade inequivocamente superiores, não é facultado esse manual, salvo raras excepções.

No tocante a edifícios para habitação, o único documento obrigatório por lei que permite caracterizar o edifício, além dos projectos, é a ficha técnica de habitação – documento necessário à obtenção da licença de utilização dos edifícios, desde 2004, conforme o modelo definido pelo Decreto-lei 68/2004 de 25 de Março.

Trata-se de uma descrição dos materiais e instaladores utilizados na obra. Mesmo insuficiente do ponto de vista técnico e perante a inexistência de outro documento mais completo, é considerada habitualmente útil esta informação.

Em se tratando de edifícios não residenciais, o Decreto-lei 79/2006, que aprova o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios, estabelece a obrigatoriedade de elaboração de um plano de manutenção preventiva. No entanto, este regulamento e conseqüente plano de manutenção diz respeito apenas aos sistemas de climatização dos edifícios, à sua concepção, manutenção e consumo energético. O plano de manutenção não abrange o edifício na totalidade dos seus componentes.

Comparando com a indústria automóvel, ao adquirirmos um veículo, temos à disposição não só um manual de instruções, como um plano de manutenção definido pelo fabricante que permitirá realizar operações de rotina destinadas a prolongar a vida útil desse veículo.

Gomes (K) define manutenção como “um conjunto de operações combinadas e coordenadas entre si, aplicadas às diversas partes desse edifício (elementos, componentes, instalações e equipamentos), com o objectivo de assegurar a sua conservação. [...] As operações referidas distinguem-se das que visam a melhoria do desempenho (nível de qualidade), para um nível superior ao que ele foi inicialmente concebido, como sejam as operações de reabilitação”.

Além do prolongamento da vida útil do edifício, “uma estratégia de manutenção pró-activa tem como objectivo o planeamento da intervenção, reduzindo a probabilidade de determinado elemento apresentar deteriorações que conduzem o seu desempenho abaixo das exigências estabelecidas” (Z2).

Relativamente à existência de manuais de utilização de edifícios, mais abrangentes do que os planos de manutenção de sistemas de climatização, temos duas realidades distintas, caso se tratem de edifícios residenciais ou não residenciais.

No caso de edifícios residenciais, os manuais disponíveis em Portugal são de edifícios-piloto em termos bioclimáticos, como o manual de utilização da Torre Sul (Q) – edifício bioclimático localizado no Parque das Nações, projectado e promovido pela Tirone Nunes. Este manual oferece uma

explicação sucinta do funcionamento geral do edifício. Coloca um enfoque particular no funcionamento dos sistemas existentes que permitem aos utilizadores tirar partido da eficiência energética do edifício, como os sistemas solares passivos, entre outros. Não é definido um plano de manutenção do edifício ou das fracções individuais neste manual.

No que respeita a edifícios não residenciais, existe um manual geral que pretende servir de orientação à elaboração de manuais específicos para cada edifício administrativo do Ministério da Educação: o Manual de Utilização, Manutenção e Segurança dos Edifícios Administrativos do Ministério da Educação (R).

Este manual é bastante detalhado, tecnicamente bem elaborado e permite facilmente a adaptação a um edifício específico.

São evidenciados os aspectos relacionados com os utentes do edifício, conferindo particular atenção a questões de higiene e saúde, segurança contra riscos diversos (utilização, circulação, equipamentos eléctricos e gás, intrusão e circulação automóvel, entre outros), bem como a aspectos relacionados com higiene, segurança e qualidade alimentar (bares e cantinas). Além disso, estão bem definidas as recomendações referentes à segurança contra incêndios e sismos.

Quanto à manutenção preventiva dos edifícios, a informação é detalhada, havendo fichas-tipo de operações de manutenção, com a descrição das tarefas e da sua periodicidade, cobrindo praticamente todos os componentes do

edifício, desde a cobertura, aos revestimentos e a todas as instalações técnicas do edifício.

Relativamente a outros países, em edifícios residenciais, temos o exemplo do Manual Geral para Uso, Manutenção e Conservação de Casas, publicado pela Junta da Andaluzia (M), e o caso do Philadelphia Rowhouse Manual (Z3).

No caso espanhol, no manual produzido pela Junta da Andaluzia, destinado aos beneficiários de habitação a custos controlados, são definidas instruções de utilização dos edifícios, incluindo instruções de manutenção precisas para cada elemento de construção. É apresentada, em detalhe, cada verificação a fazer pelo utilizador e a sua periodicidade, permitindo-lhe controlar e gerir o estado de conservação da habitação. São expostas também regras de segurança a cumprir na utilização do edifício. É ainda apresentada uma lista de cuidados e materiais a utilizar no caso de remodelação, conservação e reparação das habitações.

No exemplo norte-americano, trata-se de edifícios históricos, com mais de 100 anos, em que a sua manutenção e conservação se revelam fundamentais para manter as suas características e durabilidade. No manual, são descritos os componentes e particularidades do tipo de casas referidas, caracterizadas as anomalias mais frequentes, a sua detecção, prevenção e correcção. É apresentada, outrossim, uma lista detalhada para estas operações.

No que concerne aos edifícios não residenciais, o AIC User Building Guide (N), do Departamento de Psicologia e Comunicação da Western

Washington University, é um manual de utilização de um edifício público, com certificação da Leadership in Energy and Environmental Design [LEED], que utiliza muitos conceitos de construção sustentável, como energia solar passiva, ventilação natural, eficiência energética e racionalização no consumo de água. Serve para instruir os utilizadores (alunos, professores e pessoal não docente) para a operação desses sistemas.

Já o manual de utilização da Mirvac School of Sustainable Development da Bond University (O) tem funções idênticas, tratando-se também de um edifício com certificação Green Star Education Pilot, de 6 estrelas (World Leadership), a equivalente australiana à certificação LEED norte-americana.

Como exemplo da redução da pegada ecológica do edifício, refira-se que é objectivo dos gestores deste edifício, com as soluções projectadas, através de uma utilização eficiente, conforme descrito no manual, reduzir as emissões de CO₂ resultantes do seu funcionamento em 82,5 % em relação a um edifício com a mesma área e soluções convencionais.

Verifica-se, de um modo geral, nos manuais destinados aos proprietários de edifícios residenciais, um maior enfoque na verificação do estado de conservação e manutenção do edifício, com listagem de pontos a verificar, distinguindo os que podem ser feitos pelo proprietário dos que necessitam de intervenção especializada.

Nos edifícios não residenciais, os manuais de utilização reflectem a utilização específica do edifício e os cuidados quotidianos gerais dos utilizadores, especialmente em edifícios verdes que utilizam sistemas passivos

sofisticados de controlo e poupança energética, em que a utilização diária faz a diferença em relação ao desempenho sustentável do edifício.

2. OBJECTIVOS

Pretende-se, com este trabalho, a apresentação de um manual objectivo, conciso, sintético e acessível, que permita ao utilizador comum (não especialista) utilizar o edifício em condições de segurança, conhecer um pouco sobre o funcionamento do mesmo e dos seus equipamentos e saber quais as acções de manutenção necessárias e a sua periodicidade.

Este manual facilitará, também, a contratação, pelo usuário, de empresas de construção ou manutenção de edifícios para realizar as tarefas periódicas de manutenção, dado que inclui um guia e uma descrição das tarefas a realizar.

Permitirá ao utilizador obter uma estimativa dos custos da manutenção ao longo da vida útil do edifício.

Facultará a técnicos da área uma documentação sobre o edifício, nomeadamente sobre como foi construído, de modo a poderem ser programadas acções de manutenção extraordinárias e servir de auxílio ao diagnóstico de anomalias e patologias da construção.

3. METODOLOGIA

A primeira parte do manual visa a caracterização geral do edifício. Essa caracterização abrangerá não só os materiais e sistemas constituintes, como a documentação e caracterização geral, servindo de guia de consulta para o proprietário.

Serão verificados os projectos e definidos pormenores construtivos. O objectivo é verificar se a instalação está realizada de acordo com os projectos, apresentar pormenores construtivos relevantes para a caracterização do edifício que não tenham sido considerados em fase de projecto, especialmente quando o mesmo é apenas de licenciamento.

Seguidamente, serão caracterizados todos os materiais aplicados em obra, as suas características físico-químicas e fabricantes, quando aplicável, de modo a poderem ser escolhidos materiais e técnicas nas futuras acções de manutenção.

Definir-se-á, genericamente, o funcionamento de todos os equipamentos electromecânicos da construção, bem como os catálogos, anexos ao manual.

Será estimada a durabilidade dos materiais e dos elementos da construção, de modo a poder ser determinada a periodicidade das acções de manutenção.

Caracterizar-se-á individualmente todas as operações de manutenção necessárias, a sua periodicidade e descrição detalhada.

O plano de manutenção será estabelecido, tendo em conta a vida útil cada elemento, os níveis de qualidade requeridos, as anomalias mais relevantes, que inviabilizem a utilização da casa, que conduzam a custos de reparação significativos ou que coloquem em perigo os seus utilizadores. Serão também tidas em conta na elaboração do plano de manutenção as recomendações técnicas de projectistas, fabricantes e fornecedores.

Enumerar-se-ão pontos críticos de manutenção, que, ao não serem cumpridos, podem comprometer gravemente a funcionalidade, durabilidade e segurança de utilização da construção.

Será definido um plano de inspecções e ensaios, assim como os custos estimados de todas as operações de manutenção ao longo da vida útil do edifício.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1. Verificação dos projectos e pormenores construtivos

Os projectos do edifício são projectos de licenciamento, não havendo projecto de execução. Nesta fase, serão anotados os pormenores importantes não representados no projecto e realizada a pormenorização relevante para registo.

4.2. Caracterização dos materiais utilizados em obra

Para a caracterização dos materiais utilizados em obra serão listados todos os materiais, desde a estrutura até aos acabamentos finais.

Em termos de organização iremos dividir o edifício em 5 partes, conforme preconizado por V. Córias e Silva (J):

1. Envolvente (Área exterior envolvente ao edifício);
2. Envelope (Área exterior do edifício);
3. Interiores (Zona interior do edifício);
4. Estruturas e fundações;
5. Instalações e sistemas.

A caracterização dos materiais será feita tendo em atenção as suas propriedades físicas e químicas quando necessário.

4.3. Definição do funcionamento de equipamentos e infra-estruturas.

Operações de rotina e de manutenção. Órgãos de manobra e corte de infra-estruturas

Pretende-se definir, de um modo genérico, visando a óptica do utilizador, o funcionamento dos diversos equipamentos da construção e a caracterização dos elementos principais.

Tenciona-se explicar e sistematizar as operações de rotina e manutenção definidas pelos fabricantes dos equipamentos.

Serão identificados os diversos órgãos de manobra e corte dos equipamentos e infra-estruturas.

Serão também listadas as regras e cuidados de segurança na utilização do edifício.

As instalações técnicas existentes no edifício são as seguintes:

- Rede de distribuição de energia eléctrica;
- Rede de distribuição de água (potável e rega);
- Rede de águas residuais domésticas e pluviais;
- Rede de telecomunicações (som, imagem, dados).

Outros equipamentos e infra-estruturas:

- Sistema de aquecimento de águas quentes sanitárias e aquecimento central;

- Sistema de captação de água por furo artesiano e bombagem;
- Sistema solar de geração e armazenamento de electricidade;
- Sistema de tratamento de águas da piscina;
- Sistema de produção de calor por recuperador de calor.

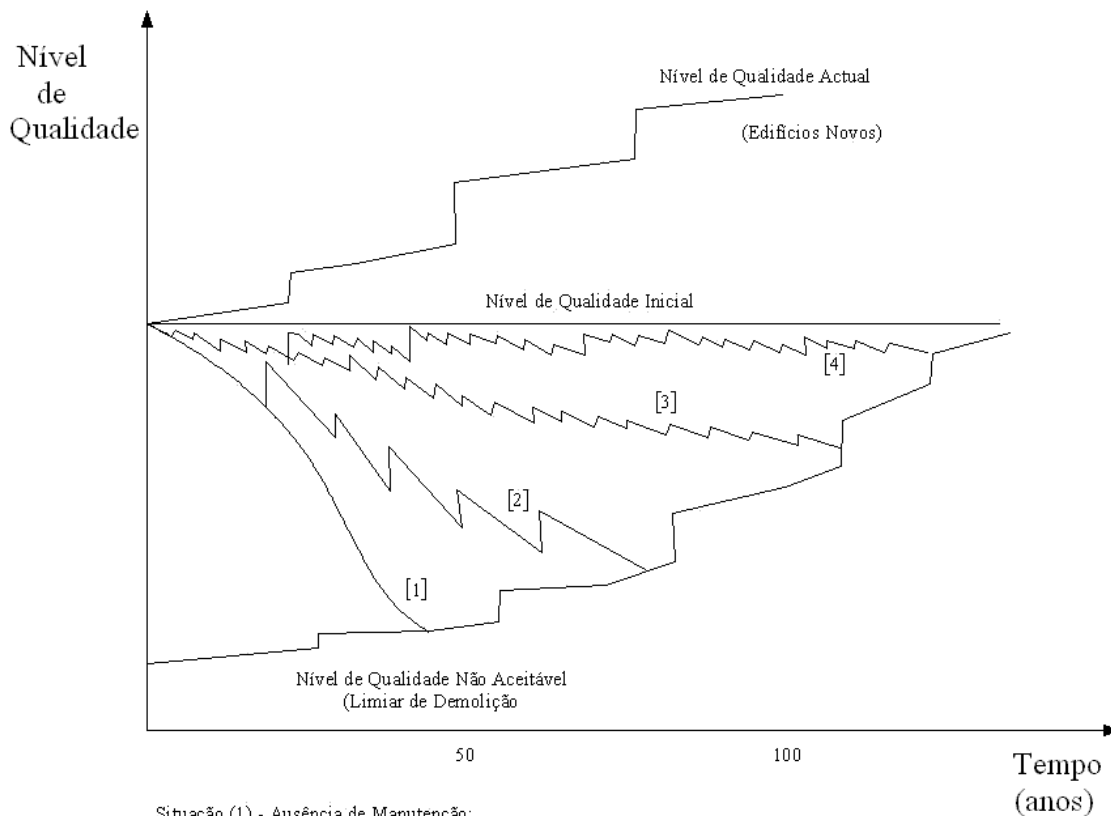
4.4. Durabilidade dos materiais e elementos de construção

Para calcular os custos de manutenção de um edifício ao longo da sua vida útil é necessário estimar a vida útil do edifício, bem como a vida útil de cada um dos seus componentes e materiais constituintes.

As actuais preocupações ambientais e de desenvolvimento sustentável obrigam à utilização eficiente dos recursos disponíveis. O aumento da durabilidade dos edifícios e dos seus componentes reduz os impactos ambientais resultantes da extracção, transformação, transporte e aplicação de materiais de construção, ao aumentar o seu ciclo de vida.

Com operações de manutenção frequentes, os efeitos da degradação dos materiais e componentes do edifício são minimizados, assegurando assim a conservação do edifício e mantendo níveis de qualidade semelhantes ao inicial.

Gráfico 1 Nível de Qualidade versus Tempo



Situação (1) - Ausência de Manutenção;
Situação (2) - Manutenção periódica pouco frequente (acções de reparação ou de substituição);
Situação (3) - Manutenção muito frequente (acções combinadas de manutenção preventiva e correctiva);
Situação (4) - Manutenção muito frequente e reparação pouco frequente.

Fonte: K

O tempo de vida útil de um edifício depende, entre outros factores, da qualidade de construção, do nível de manutenção, da exposição aos agentes de degradação e das características da sua utilização, como se pode verificar no Gráfico 1, acima.

De acordo com o Eurocódigo 0, a categoria de vida útil correspondente ao edifício em causa, estruturas de edifícios e outras estruturas correntes é a categoria 4, o que corresponde a um valor indicativo de vida útil superior a 50 anos.

Para o edifício em questão, foram adoptadas medidas excepcionais em termos de projecto, de forma a aumentar a vida útil da estrutura, tais como a

utilização de betões melhorados em termos de teor de cloretos, compacidade e razão água/ligante, bem como o aumento do recobrimento das armaduras para 3,5 cm.

Pretende-se, com estas medidas, ter um valor indicativo da vida útil da estrutura e de todo o edifício de 100 anos.

Em termos de durabilidade, o betão armado é o material mais estudado, existindo normativo e estudos que nos permitem prever o seu comportamento ao longo do tempo.

Quanto aos restantes materiais de construção, apenas a madeira, por ser um material de construção tradicional correntemente utilizado, especialmente em construções antigas, está relativamente estudado quanto à sua durabilidade em termos qualitativos.

A durabilidade é influenciada pelos mecanismos de degradação dos materiais.

“Os mecanismos de degradação são processos ou reacções que levam a uma alteração das propriedades dos materiais, componentes ou sistemas” (A).

“Na elaboração de ensaios de durabilidade de materiais é necessário conhecer os mecanismos de degradação, de forma a assegurar que nos ensaios não simulem mecanismos que não existem quando os materiais estão em serviço” (idem).

“Os factores (ou agentes) de degradação são definidos como aqueles que afectam a prestação de um material de construção, componente ou sistema”.

De acordo com a norma ISO6241, estes podem ser exteriores ou interiores ao edifício. Entre os agentes de degradação exteriores, destacam-se a chuva, a radiação solar, o vento, a pressão dos solos, a neve, o gelo, a temperatura, o oxigénio e outros gases presentes na atmosfera, bem como bactérias, microrganismos e outros agentes biológicos.

Dos agentes de degradação interiores ao edifício os mais importantes correspondem a sobrecargas, impactos, desgaste, vibrações de máquinas e equipamento, bem como a agentes químicos e bacteriológicos inerentes à utilização dos edifícios.

A quantificação da durabilidade média de um determinado material é difícil de obter, uma vez que esta não depende de um factor, mas da conjugação de diversos factores ao longo do ciclo de vida do material ou componente. O valor obtido por estas razões é um valor médio expectável.

Tendo em conta este aspecto, diversos estudos apresentam tabelas de durabilidade média de materiais ou componentes, obtidos com base em ensaios laboratoriais, ou, na falta destes, em exigências normativas para os materiais. No caso em estudo, foram obtidos valores de várias publicações (C, T, G, H, I).

A duração média estimada dos diversos elementos da construção, para efeitos deste trabalho, encontra-se definida no Anexo 1 do manual de utilização do edifício.

Em alguns elementos da construção, a idade foi aumentada em relação a valores de referência disponíveis em publicações, por ter havido uma escolha

do material a aplicar tendo em vista a maior durabilidade, no edifício em questão. Por exemplo:

- A superestrutura do edifício é composta por betão de classe de exposição ambiental XS1 e classe de teor de cloretos inferior a 0,4, pelo que, embora esteja a 2 km da linha da costa, é expectável uma vida útil de acordo com o apresentado.
- Os armários de cozinha são feitos em contraplacado marítimo e não aglomerado conforme usual, pelo que se considerou a sua durabilidade como o dobro da habitual. Em relação aos armários de casa de banho aplicou-se o mesmo raciocínio.

4.5. Definição das operações de manutenção e sua caracterização.

Fichas de manutenção

A vida útil dos diversos materiais e equipamentos constituintes do edifício servirá para definir a periodicidade da sua substituição. Serão também definidas as operações de manutenção necessárias aos diversos materiais e equipamentos do edifício para garantir a sua operacionalidade ao longo da sua vida útil.

As fichas de manutenção pretendem descrever de um modo simplificado as operações de manutenção necessárias, as tarefas constituintes dessas operações e a sua periodicidade. Serão também apontadas as tarefas que necessitem de uma intervenção especializada e/ou credenciada. É o caso dos

equipamentos específicos que devem ser assistidos por assistência técnica autorizada de cada um dos fabricantes, ou instalações técnicas, como as de electricidade e gás, que apenas devem ser realizadas por técnicos credenciados.

Em termos de manutenção, iremos utilizar a organização e dividir o edifício nas partes definidas anteriormente.

4.6. Identificação de pontos críticos. Livro de registo de manutenção

Serão identificados os pontos críticos em matéria de manutenção, que são as operações de manutenção cuja não realização no prazo definido poderá provocar deterioração notória ao edifício, com custos elevados, bem como aquelas cuja não realização poderá causar danos pessoais aos utilizadores do edifício.

O livro de registo de manutenção servirá para registar as operações de manutenção preventivas e correctivas. Será proposto um modelo para registo das ocorrências, medidas adoptadas, materiais utilizados e intervenientes, para registo futuro.

A ficha de registo de manutenção é apresentada no Anexo 2 do manual de utilização do edifício.

4.7. Plano de inspecções e ensaios ao longo da vida útil do edifício

O edifício foi concebido para ter uma vida útil superior a 100 anos. Está definido um plano de manutenção para o edifício para cumprir ao longo da vida útil do edifício. No entanto, esse plano pode sofrer alterações ou adaptações, em função das condições de utilização do edifício, bem como da influência dos agentes de degradação.

Para avaliar a adequação do plano de manutenção estabelecido, bem como a influência dos agentes de degradação face ao esperado, temos de realizar inspecções e ensaios para verificar as condições estimadas.

Estes ensaios são pertinentes em situações em que a inspecção visual só é evidente no caso de deterioração grave, como sejam as instalações técnicas e a estrutura do edifício. Com os ensaios e as inspecções, poderemos intervir antes do estado de deterioração do edifício se encontrar avançado.

Após cada fase de inspecção, a realizar por técnicos habilitados para o efeito, deve ser elaborado um relatório, referindo as inspecções realizadas, o resultado das mesmas, um diagnóstico de anomalias detectadas e a definição das acções correctivas para manter a vida útil do edifício dentro do projectado.

4.8. Custo das operações de manutenção ao longo da vida útil do edifício

O custo das operações de manutenção ao longo da vida útil do edifício diz respeito ao referente à manutenção preventiva (programada), bem como à substituição de elementos no final da sua vida útil, conforme definido no Anexo 4 do manual de utilização do edifício.

O valor final apresentado equivalerá ao valor actualizado à data de construção do somatório de todas as operações de manutenção preventivas e de substituição de elementos, ao longo dos 100 anos de vida útil do edifício.

O custo estimado das operações de manutenção ao longo da vida útil do edifício é apresentado no Anexo 4 do manual de utilização do edifício.

Todos os custos foram apurados numa folha de cálculo, utilizando valores de mercado para os materiais e mão-de-obra e rendimentos de mão-de-obra médios para o tipo de trabalho em causa.

De acordo com esta metodologia, obtivemos:

- Custo total de construção: 258.811 €
- Custo de substituição de elementos: 454.506 €
- Custo de manutenção ao longo da vida útil: 201.962 €
- Total de custos de substituição e manutenção ao longo da vida útil:
656.468 €

5. CONCLUSÕES

A manutenção programada de edifícios é uma disciplina estudada há décadas, especialmente na vertente das instalações electromecânicas.

Nesta vertente, existem muitos casos concretos de aplicação e estudo e os planos de manutenção preventiva são uma prática corrente nos edifícios de médio e grande porte.

Quanto à manutenção programada de edifícios no seu sentido mais lato, englobando não só as instalações electromecânicas, mas todas as instalações e elementos do edifício, não existem muitos casos de aplicação em edifícios específicos, apenas alguns exemplos pontuais, conforme referido no capítulo 1.

Relativamente às empresas actuaentes no mercado, existe alguma oferta de serviços deste tipo, essencialmente vocacionada para edifícios de médio e grande porte.

Relativamente aos manuais de utilização de edifícios, o exemplo mais completo a nível nacional, encontrado nas pesquisas realizadas, foi o Manual de Utilização, Manutenção e Segurança dos edifícios administrativos do Ministério da Educação (R).

Este manual é muito completo e abrangente e pretendia servir de referência para a elaboração de manuais nos diversos edifícios administrativos das várias instituições de ensino. Das várias instituições de ensino contactadas, nenhuma dispunha deste ou doutro manual de utilização para os

seus edifícios. Entre estas instituições, uma delas é uma referência no ensino da Engenharia Civil.

Existe uma oportunidade não só de desenvolvimento de conhecimento científico nesta área, mas também de negócio para empresas do ramo da construção, permitindo-lhes diversificar a sua actividade, a fim de compensar o decréscimo de negócio decorrente da quebra de encomendas na indústria da construção nos últimos anos.

Relativamente aos elementos de consulta, a maior dificuldade foi o estabelecimento de durabilidades médias dos componentes e materiais de construção, por existirem poucos estudos e ensaios que permitam caracterizar esse parâmetro com alguma fiabilidade.

No tocante aos custos de manutenção preventiva e de substituição de elementos do edifício para garantir a vida útil de projecto, sabe-se que o custo total da manutenção ao longo da vida útil do edifício será de cerca de 70% do custo de construção do mesmo, o que resulta num custo médio anual com manutenção de 0,7% do custo total do edifício.

Quanto à substituição de elementos do edifício, o custo total ao longo da vida útil deste será cerca de 175% do seu custo de construção, ou seja um custo médio anual de 1,75% do custo total do edifício.

No total, somando os custos de manutenção e substituição de elementos, temos um custo global de 255% do custo de construção do edifício, ou seja, um custo global anual médio de 2,55% para manutenção e substituição de elementos.

Embora resultem de estimativas, todos os valores apresentados facultam ao proprietário do edifício o conhecimento dos custos que terá de suportar anualmente, de forma a manter o edifício.

Os valores médios apresentados são válidos para o edifício em questão, considerando que o mesmo terá uma manutenção regular de acordo com o programado, ao longo da sua vida útil. Caso não seja cumprido o plano de manutenção estabelecido, os valores para manutenção e substituição ao longo da vida útil do edifício serão maiores, devido à deterioração antecipada dos materiais e dos componentes do edifício, o que provocará um acréscimo de custos com a reabilitação e substituição de elementos com maior frequência.

Quanto às questões ambientais e de sustentabilidade, acredita-se que, num futuro próximo, serão condicionantes na sociedade, havendo fortes incentivos para quem as valorize e penalidades para quem não as considere. Assim, crê-se que a manutenção preventiva dos edifícios será uma prática corrente por contribuir sobremaneira para a redução da pegada ecológica dos edifícios.

Com a elaboração deste trabalho e respectivo manual de utilização do edifício, embora sucinto por ser uma primeira abordagem, verificaram-se as vantagens inequívocas para o proprietário da existência do manual. Além da informação completa do edifício sobre a sua utilização e manutenção, são ainda vantagens a informação relativa à segurança na utilização do edifício, bem como às vantagens financeiras resultantes da economia na manutenção do edifício.

Existem ainda as vantagens ambientais relativas à existência do manual, que, não sendo facilmente quantificáveis, revestem-se de igual importância.

Percebeu-se, ainda, durante a elaboração deste trabalho, que existem muitas possibilidades futuras de desenvolvimento do tema, como sejam os ensaios e métodos para determinação da durabilidade dos materiais e componentes de construção, a análise e sistematização dos custos com a manutenção de edifícios, ou o desenvolvimento de fichas detalhadas de operações correntes de manutenção, com descrição de tarefas e rendimentos.

Relativamente à sustentabilidade na construção, deverá ser desenvolvido um método que permita orientar os projectistas em todas as escolhas de materiais e sistemas, ao possibilitar quantificar o impacto de cada componente, não só no momento da construção, mas também quanto ao impacto da sua manutenção (frequência e impacto das tarefas e materiais aplicados em termos ambientais).

LISTA DE REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. PREDICTION of service life of building materials and components. CIB Report, 1996.
- B. BAKER, J. M. – **Durability of building materials and components**. Chapman and Hall, 1991.
- C. RATAY, Robert – **Forensic structural engineering handbook**. 2009.
- D. ILLSTON, J.M.; DOMONE, P.L.J. – **Construction materials: their nature and behavior**. Spon Press, 2004.
- E. HECKROODT, R.O. – **Guide to the deterioration and failure of building materials**. Thomas Telford, 2002.
- F. SERVICE life considerations in relation to green building rating systems. Athena Institute, 2006.
- G. COMPLIANCE documents for New Zealand's building code Clause B2: Durability – Effective. New Zealand: Department of building and housing, 2004.
- H. DURABILITY by design: a guide for residential builders and designers. USA: US department of housing and urban development, 2002.
- I. IMPROVING durability in houses: Background paper. Partnership for advanced technology in housing, 1999.
- J. SILVA, Vítor Córias e – **Guia prático para a conservação de imóveis**. D. Quixote, 2004.
- K. GOMES, João Alexandre Correia – Metodologia para a manutenção e exploração de edifícios: Aplicação a um caso concreto. Lisboa: Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, 1992.
- L. GREEN building user guide. Sydney: Sydney Harbor Foreshore Authority, 2008.
- M. MANUAL general para el uso, mantenimiento y conservación de edificios destinados a viviendas. Andalucía: COPT Junta de Andalucía, 2001.
- N. ACADEMIC Instructional Center Building User Guide. Washington, DC: Western Washington University, 2008.

- O. BUILDING User's Guide. Bond University's Mirvac School of Sustainable Development, 2008.
- P. FERREIRA, Luís Carlos Jesus – Rendimentos e custos em actividades de manutenção de edifícios: Coberturas de edifícios correntes. Lisboa: Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, 2009.
- Q. MANUAL de utilização da Torre Sul. Lisboa: Tirone Nunes, 2002.
- R. MANUAL de utilização, manutenção e segurança dos edifícios administrativos do Ministério da Educação. Lisboa: Direcção de Serviços de Instalações e Equipamentos Educativos, 2006.
- S. OPERATIONS and maintenance manual. Adelaide: University of Adelaide, 2007.
- T. GUIDE des Performances des bâtiments. IC-IB/CSTC/SECO, 1979.
- U. LIFE expectancy of house components. USA: National Association of Home Builders/ Bank of America, 2007.
- V. NP EN 206-1, 2008. Guia para utilização da norma APEB (Associação Portuguesa de Empresas de Betão Pronto).
- X. BULL, John – **Durability of materials and structures in building and civil engineering**. Whittles Publishing, 2006.
- Z. CABRAL, José Paulo Saraiva – **Gestão da manutenção de equipamentos, instalações e edifícios**. Lidel Edições Técnicas.
- Z1. LAIR, Jérôme – **Evaluation de la durabilité des systèmes constructifs du bâtiment**. Université Blaise Pascal, 2000.
- Z2. FLORES, Brito – **Estratégias de manutenção em fachadas de edifícios**. Técnica, 2002.
- Z3. PHILADELPHIA Row House Manual: a practical guide for home owners. Philadelphia: National trust for historic preservation/ Philadelphia city planning commission, 2008.
- Z4. RELATÓRIO Brundtland: o nosso futuro comum. Oxford University Press, 1987.