

MANUTENÇÃO E MONITORIZAÇÃO DE OBRAS DE ARTE – ANÁLISE DO CASO DO METRO DO PORTO

MIGUEL DA COSTA CORREIA DOS SANTOS FERNANDES

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Jorge Manuel Fachana Moreira da
Costa

Co-Orientador: Eng. Manuel Cunha

JANEIRO DE 2011

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2010/2011

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2010/2011 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2011.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

Dedico este trabalho
aos meus pais, Deolindo Fernandes e Maria Olga Santos
pelas oportunidades que me proporcionaram.
aos amigos que sempre me acompanharam.

AGRADECIMENTOS

Esta Dissertação é por mim encarada como o fechar de um ciclo de enorme importância na vida de um estudante, um virar de página para um nova época na qual deposito inúmeras expectativas. Este ciclo não é, certamente, constituído apenas por um conjunto de anos de aprendizagem, é, também, um desenvolvimento a diversos níveis, uma panóplia de vivências e experiências revestidas de enorme importância para a minha formação cívica e profissional, para a minha consciência social e humana, sem dúvida, definidores da minha personalidade e do meu futuro.

Devido ao carácter simbólico do culminar de uma etapa na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, nome que tantas vezes proferi nos mais diversos locais e ambientes, entendo que este espaço deve ser encarado como um recanto onde é possível tecer algumas considerações despojadas de formalismos e como forma de prestar alguns merecidos elogios.

Certamente numa Faculdade com características diferentes ou diferentes interlocutores, a minha passagem por essa instituição poderia ter-se revelado mais pálida. Felizmente assim não foi. Na FEUP tenho tido a oportunidade de aprender com vários agentes decisores responsáveis pela instituição e pela forma positiva como esta tem evoluído. A eles o meu obrigado. Participar em órgãos decisores na qualidade de representante dos estudantes no Conselho Directivo e no Conselho Pedagógico, de ser o responsável máximo pelos desígnios do organismo legal que os representa, a Associação de Estudantes da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – AEFEUP foi para mim um motivo de orgulho e motivação. Obrigado aos que me acompanharam e apoiaram neste percurso.

No campo da Engenharia Civil mais propriamente, tive, também, a oportunidade de estar à frente do núcleo do Porto da International Association of Civil Engineering Students – IACES LC Porto e, posteriormente, a honra de dirigir por dois mandatos os desígnios da Federação Nacional de Estudantes de Engenharia Civil – FNEEC com pessoas que se revelaram excelentes colegas. Em conjunto com todos os conhecimentos que ao longo do curso fui adquirindo, estas circunstâncias marcaram, naturalmente, este meu percurso, quer pelos processos de aprendizagem associados quer pelo desafio que constituíram, permitindo vivenciar experiências ímpares e que poderão constituir mais-valias na minha preparação e consciência enquanto cidadão e profissional de Engenharia.

É, por isso, justo fazer, também, aqui uma demonstração de apreço a um conjunto de pessoas que marcaram este meu período aos mais diversos níveis.

Sem dúvida, não posso deixar de destacar o Professor Doutor Jorge Moreira da Costa que me acompanhou na evolução deste documento e que teve, naturalmente, um papel decisivo na prossecução dos seus objectivos, na orientação e no encaminhamento dos trabalhos, sempre demonstrando disponibilidade, cordialidade e encarando os desafios e dificuldades de forma positiva e atenta. Sem dúvida, um óptimo espelho do corpo docente que constitui esta casa.

Destaco, também, o Engenheiro Manuel Cunha da empresa Manvia, com quem tive a oportunidade de lidar directamente e que sempre, sem qualquer restrição se prontificou a colaborar no que fosse necessário para a elaboração deste trabalho.

Agradeço, indubitavelmente, ao meu Pai e à minha Mãe pelos conselhos, pelos momentos bons mas sobretudo por me terem criado todas as condições para a minha realização e inculcido os valores e princípios que me caracterizam.

Obrigado, naturalmente, a todos os amigos e colegas que sempre me apoiaram em todas as decisões.

RESUMO

O sector da Construção tem sofrido grande evolução nos últimos anos. Essa evolução obriga a uma adaptação de toda a sociedade e a um rearranjo específico das estratégias por parte das empresas e instituições para se ajustarem ao desenvolvimento constante e às novas exigências que este acarreta. Com o mercado da habitação esgotado e com uma economia estagnada, a construção tem que se virar para outras perspectivas, tais como a internacionalização, serviços e reabilitação.

É neste sentido que, nos últimos anos, se tem assistido a um aumento do número de parcerias público-privadas para a gestão de determinadas infra-estruturas. Este documento aborda exactamente a vertente da exploração de serviços, neste caso serviços de gestão da manutenção das infra-estruturas que constituem a rede do Metro do Porto.

Assim, este documento apresenta as definições base no campo da Manutenção e, recorrendo à apresentação de exemplos de práticas empresariais com resultados firmados, são estabelecidos os princípios para a definição das etapas teóricas para a realização de um plano de manutenção e monitorização que dê garantias do ponto de vista da execução, da conformidade dos trabalhos e dos níveis de actuação.

Neste documento são postuladas as etapas, indicados os princípios que cada deverá contemplar e, para isso, são expostos alguns modelos capazes de conferir uma avaliação dos elementos em análise. De acordo com os preceitos dos diferentes modelos é apresentado e definido o modelo considerado mais vantajoso para a elaboração de um procedimento para a avaliação de riscos com recurso à realização de inspecções com base num método de análise e avaliação – o método simplificado.

A definição deste plano de avaliação de riscos associado a um sistema de gestão da manutenção de obras de arte constitui as bases fundamentais para o correcto desenvolvimento de um plano de manutenção e monitorização específico para a infra-estrutura do Metro do Porto.

PALAVRAS-CHAVE: pontes, monitorização, análise de riscos, gestão da manutenção, Metro do Porto.

ABSTRACT

The Construction sector has suffered many changes in the past few years. These changes require the adaptation of a whole society and a rearrangement of specific strategies for companies and institutions to adapt to the constant development and new demands that this entails. With the housing market exhausted and with a stagnant economy, construction sector must turn to other perspectives, such as internationalization, services and rehabilitation.

This is why in recent years there has been an increasing number of public-private partnerships for the management of certain infrastructures. This document covers aspects of exploration services, case management services of maintenance of infrastructure that make up the Metro do Porto.

Thus, this document presents the basic definitions in the field of Maintenance, and using the presentation of several examples of business practices with results entered into, established the principles for defining the theoretical steps for performing a maintenance plan and monitoring systems that provide guarantees from the standpoint of implementation, compliance of work and levels of performance.

Postulated in this document are the steps are listed the principles that should include each and, therefore, are exposed to some models able to give an assessment of the elements under analysis. According to the precepts of the different models is presented and defined the type considered most advantageous to the development of a procedure for risk assessment using the inspections based on a method of analysis and assessment - the simplified method.

The definition of risk assessment plan, coupled with a management system of maintenance of works of art is the fundamental basis for the proper development of a monitoring and maintenance plan specific to the infrastructure of the Metro do Porto.

KEYWORDS: bridge, monitoring, risk analysis, maintenance management, Metro do Porto.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. EXPOSIÇÃO E IMPORTÂNCIA	2
1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	4
1.4. OBJECTIVOS.....	5
2. VISÃO GLOBAL	7
2.1. PANORAMA NACIONAL	7
2.2. NOVAS PERSPECTIVAS	11
2.3. PAPEL DAS INSTITUIÇÕES NACIONAIS	15
2.4. UNIÃO EUROPEIA.....	16
2.5. VISÃO AMERICANA	17
3. MANUTENÇÃO	19
3.1. LEGISLAÇÃO	19
3.2. CONCEITOS	21
3.2.1. OBJECTIVOS DA MANUTENÇÃO	21
3.2.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA	21
3.2.3. MANUTENÇÃO CORRECTIVA	22
3.2.4. CONTROLO DE CUSTOS.....	23
3.3. MANUTENÇÃO EM PONTES	24
3.3.1. SISTEMA DE GESTÃO DE OBRAS DE ARTE – GOA	24
3.4. EXEMPLOS EMPRESARIAIS	26
3.4.1. GRUPO BARRAQUEIRO.....	26
3.4.2. REDE FERROVIÁRIA NACIONAL – REFER, EPE	29
3.4.2.1. Caracterização	29
3.4.2.2. Plano Estratégico	30

3.4.2.3. A Manutenção.....	31
3.4.2.4. Os Materiais.....	32
3.4.2.5. Projectos de Investigação e Desenvolvimento.....	33
3.4.3. GRID – CONSULTORAS, ESTUDOS E PROJECTOS DE ENGENHARIA LDA.....	33
3.4.4. ESTRADAS DE PORTUGAL	34
3.4.5. ANÁLISE DOS EXEMPLOS.....	38
3.5. METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO	38

4. METRO DO PORTO – APLICAÇÃO DE METODOLOGIA .. 41

4.1. HISTÓRIA	41
4.2. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA	42
4.3. METODOLOGIA	44
4.3.1. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA, DOS SEUS ELEMENTOS CONSTITUINTES E DOS EFEITOS E ACÇÕES A QUE ESTÁ SUJEITA.....	44
4.3.2. DEFINIÇÃO DE UM PLANO PREVENTIVO PARA A AVALIAÇÃO DE RISCOS, DE FALHAS E PARA A CLASSIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DE INTERVENÇÃO	46
4.3.2.1. Métodos de avaliação de riscos	48
4.3.2.2. Método Qualitel.....	49
4.3.2.3. Método FMEA.....	50
4.3.2.4. Sistematização dos Métodos de avaliação de riscos.....	53
4.3.2.5. Método de avaliação de riscos adoptado	54
4.3.3. DEFINIÇÃO DE PLANOS DE INTERVENÇÃO E INSPECÇÃO ADEQUADOS ÀS NECESSIDADES DO SISTEMA E AJUSTÁVEIS AO LONGO DO TEMPO E ÀS VICISSITUDES	58
4.3.4. DOTAÇÃO DA ENTIDADE GESTORA DA INFRA-ESTRUTURA DA UMA CAPACIDADE DE INTERVENÇÃO EFICIENTE, PROVIDO DE UMA EFICÁCIA PROCESSUAL, DE GESTÃO DE RECURSOS E ECONOMIA DE MEIOS.....	65

5. VISITAS À INFRA-ESTRUTURA 69

5.1. PANORAMA GERAL	69
5.2. PASSAGEM SUPERIOR – ESTAÇÃO CÂNDIDO DOS REIS.....	70
5.3. VIADUTO PARQUE DA MAIA.....	72
5.4. PONTE LUÍS I	75
5.5. CONSIDERAÇÕES	76

6. SÍNTESE FINAL 77

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 – Áreas de intervenção da Engenharia Civil	2
Fig. 2 - Áreas de actividade profissional	4
Fig. 3 - Operações sobre imóveis, período de 2007 a 2009	8
Fig. 4 - Número de edifícios e fogos licenciados e concluídos, 1994-2009.....	9
Fig. 5 - Número de edifícios e fogos concluídos para novas habitações, 1994-2009	9
Fig. 6 - Evolução dos Edifícios Licenciados para Habitação entre 2002 e 2009	10
Fig. 7 - VAB das Empresas Não Financeiras - Peso por Actividade Económica	11
Fig. 8 - Presença das empresas europeias de construção em África, por país	12
Fig. 9 - Peso Relativo das Obras de Reabilitação	13
Fig. 10 - Necessidades de reparação em edifícios	14
Fig. 11 - Organograma do Sistema de Gestão de Obras de Arte da Brisa	25
Fig. 12 - Tipo de Manutenção e caracterização	28
Fig. 13 - Caracterização da Avaliação de Riscos	37
Fig. 14 - Classificação da intersecção entre parâmetros	37
Fig. 15 - Número de Infra-estruturas por tipologia	43
Fig. 16 - Classificação Qualitel	50
Fig. 17 - Exemplo de classificação de Severidade de efeitos	51
Fig. 18 - Exemplo de classificação de probabilidade de ocorrência	51
Fig. 19 - Espectro de classificação de riscos segundo FMEA	52
Fig. 20 - Esquema de avaliação do Método Simplificado	54
Fig. 21 - Exemplos de situações de como as pontes se podem tornar estruturalmente deficientes.....	60
Fig. 22 - Equipamento para manutenção em altura e em locais de difícil acesso	70
Fig. 23 - Passagem Superior, Estação Cândido dos Reis	71
Fig. 24 - Protecções horizontais contra a queda de objectos	72
Fig. 25 - Juntas de dilatação	73
Fig. 26 - Patologia registada junto a um ponto de viragem de um tubo	74
Fig. 27 - Pilar com sinais de deterioração	74
Fig. 28 - Ligação entre elementos e o apoio	75

ÍNDICE DE OU TABELAS

Tabela 1 - Tipos de Estruturas das Pontes da Rede Ferroviária Nacional.....	29
Tabela 2 - Investimento em Reabilitação de Obras de Arte pelas Estradas de Portugal.....	36
Tabela 3 - Caracterização do Nível de Exposição	55
Tabela 4 - Caracterização do Nível de Deficiência	55
Tabela 5 - Caracterização do Nível de Probabilidade.....	56
Tabela 6 – Graduação do Nível de Probabilidade	56
Tabela 7 - Caracterização do Nível de Consequência	57
Tabela 8 - Graduação do Nível de Risco	57
Tabela 9 - Caracterização do Nível de Intervenção	58
Tabela 10 - Matriz de Avaliação de Riscos	58

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

OE – Ordem dos Engenheiros

EU – União Europeia

INE – Instituto Nacional de Estatística

CPCI – Confederação Portuguesa da Construção e do Imobiliário

PIB – Produto Interno Bruto

VAB – Valor Acrescentado Bruto

PME's – Pequenas e Medias Empresas

PPP's – Parcerias Público Privadas

MOPTC – Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações

QREN – Quadro de Referência Estratégico Nacional

IMTT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestre

FEDER – Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

FHWA – Federal Highway Administration

DOT – U.S. Department of Transportation

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation

FMEA – Failure Modes and Effects Analysis

SEL – Système d'évaluation des logements

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

GISAF – Gabinete de Investigação de Segurança de Acidentes Ferroviários

ANEOP – Associação Nacional de Empreiteiros de Obras Públicas

APCER – Associação Portuguesa de Certificação

NP 4492 – Requisitos para a Prestação de Serviços de Manutenção

CT 94 – Comissão Técnica Portuguesa de Normalização

APMI – Associação Portuguesa de Manutenção Industrial

AECOPS – Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas

ISQ – Instituto Superior de Qualidade

EP – Estradas de Portugal

RPN – Risk Priority Number

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

A actualidade é marcada, sem dúvida, por um frenesim evolutivo que precipitou a formação, ao longo das últimas décadas, de um fosso crescente nas várias dimensões da sociedade. Um fosso entre as realidades dos povos, as economias dos países e os seus índices educacionais, entre as diferentes gerações, entre as sociedades evoluídas e as sociedades em desenvolvimento ou em vias de desenvolvimento, entre estilos de vida coexistentes e próximos, entre o valor do bem, do dinheiro, do alimento. Esta realidade está na base de grandes diferenças sociais e fortes divergências políticas, criando realidades por vezes desajustadas e paradigmáticas.

Tem-se efectivamente assistido a uma enorme evolução, exponenciada pela própria evolução, impulsionada pela tecnologia, pela comunicação, pela informação e pela facilidade de circulação da mesma; por um conhecimento técnico consolidado e alicerçado que originam, muitas vezes e não apenas potencialmente, situações extremamente desproporcionadas e indesejáveis. Em todas as vertentes das sociedades foram ultrapassadas etapas a grande velocidade, da comunicação em morse à transmissão via satélite, da carroça ao veículo movido a energia solar, dos megacomputadores que ocupavam salas inteiras aos nanocomponentes de alta capacidade e performance, do papel ao virtual e à Internet, da sobrevivência ao lazer.

Esta evolução desenfreada criou, principalmente nas sociedades desenvolvidas, uma sensação de insaciedade que as impele a valorizar apenas a novidade, uma tendência social para a prevalência da maquilhagem, do polimento superficial, do profano. Esta tendência cresce na proporção a que decresce a preocupação com o já existente, sendo este negligenciado quer seja um bem simplesmente descartável quer seja um bem essencial. Este pensamento ou filosofia que se tem vindo a desenvolver pode provocar um desmoronar das bases, despoletar uma quebra dos alicerces e significar um ruir de toda uma estrutura social.

A conjectura obriga, inequivocamente, a reflexões conscienciosas. As ciências sociais têm certamente enorme importância, tal como têm os seus campos de actuação, a sua base e a vertente bem estilizada e definida. Cabe, no entanto, à Ciência, à Tecnologia e ao Engenho actuar perante estes indicadores, prevenir para que as infra-estruturas se tornem disfuncionais, que os meios e os mecanismos de comunicação corram risco de overflow, que a Economia colapse; que por baixo de alguma maquilhagem estejam bases operacionais, firmes, consolidadas e prontas a responder a desafios e realidades emergentes e a toda a teia subsequente que os envolve. Não é expectável que um pavimento dure cinquenta anos, que uma casa dure cem ou duzentos anos, ou que uma ponte, um túnel ou uma barragem sejam eternas, mas maximizar o seu tempo de vida útil tem que ser uma prioridade.

1.2. EXPOSIÇÃO E IMPORTÂNCIA

Actualmente vemos que o organismo de referência nacional na área da Engenharia, a Ordem dos Engenheiros – OE tem disponível no seu sitio da Internet um vídeo [1] disponibilizado pelo Colégio de Engenharia Civil onde é exposta, genericamente, a forma como os profissionais de Engenharia devem proceder nos seus actos, com que objectivos e para que fins devem orientar a actuação. Assim, de acordo com este suporte digital, é indicado que o papel da Engenharia visa a melhoria da qualidade da vida humana, pelo que cabe ao Engenheiro e às equipas que este coordena operar nas áreas indicadas no figura seguinte, a Figura n.º1.

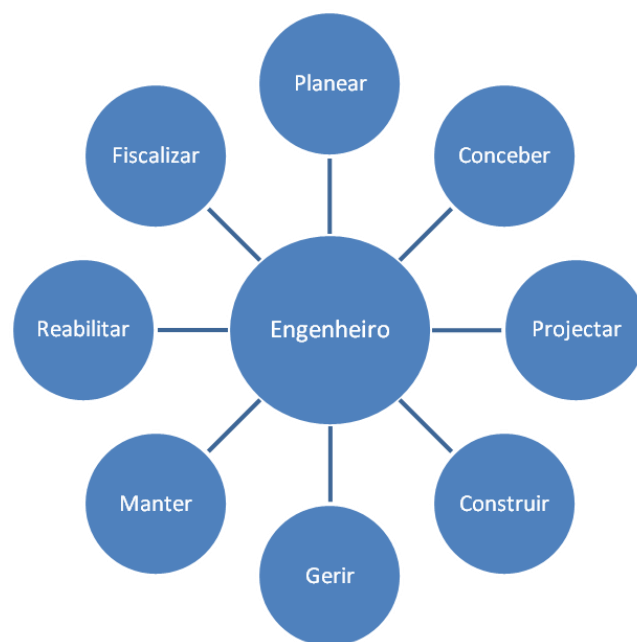


Fig. 1 – Áreas de intervenção da Engenharia Civil

Como vemos pela abrangência destas áreas, o papel do Engenheiro é complexo. Analisando as mesmas podemos aferir que esse papel contempla todas as etapas da vida de uma obra, começando na fase de projecto e terminando com o fim da vida desse produto. É, pois, pelo seu papel interventivo que o Engenheiro deve marcar a diferença, deve operar de forma a inovar e a consumir menos recursos, sempre de acordo as normas de segurança vigentes, respeitando o meio ambiente e cumprindo os prazos e custos pré-estabelecidos [1].

É possível, também, no sitio da Ordem dos Engenheiros na Internet [1], analisar a referência à legislação em vigor em Portugal e que especifica os desígnios da Engenharia, nomeadamente pela Portaria n.º 701 H/2008 – “Instruções para a elaboração de projectos de obras” [2], que em 2008 vem substituir a Portaria de 7 de Fevereiro de 1972 – “Instruções para o cálculo de honorários” [3] já obsoleta e desadequada ao sector e à realidade do país.

A Portaria supracitada, referente ao ano de 2008, vem especificar claramente quais os papeis da Engenharia, explicitando, entre outras, a componente relativa à Manutenção e incluindo-a em todas as fases do Projecto, isto é, desde o Programa Base ao Projecto de Execução.

É do entender do Colégio de Engenharia Civil, designadamente, que a evolução da construção se tem firmado ao longo dos anos por uma redução de ênfase relativamente ao projecto de estruturas em

detrimento, claro está, de outras especialidades, algumas emergentes. Isto prende-se com as exigências gerais a que o sector da Construção tem que responder, nomeadamente pela melhoria de qualidade, pela melhoria das práticas na construção e na Engenharia de forma clara, transparente e com sinais visíveis para a demais sociedade. Esta matéria, apresentada em Outubro de 2008 no documento Recomendações do Colégio de Engenharia Civil para a Melhoria da Qualidade dos Actos Profissionais [4] revela uma preocupação efectiva da classe e uma posição consciente acerca da importância dos diversos actos e especialidades que concernem à Engenharia Civil. Desta forma, é, de acordo com este documento, intenção do Colégio de Engenharia Civil apresentar um conjunto de recomendações gerais para todos os tipos de projectos, regulando o mercado e estabelecendo os princípios e indicações basilares para a realização dos mesmos.

Em Junho de 2009 é apresentado pela Ordem dos Engenheiros, nomeadamente pelo Colégio de Engenharia Civil, um documento intitulado como “Actos e Competências em Engenharia Civil – Princípios Gerais da Matriz” [5], no qual esta instituição define com clareza quais as áreas de actividade profissional em Engenharia Civil e as tipologias das mesmas. É estabelecida uma divisão destes actos em dois grupos, são eles os “Actos não associados a Realizações” e os “Actos associados a Realizações (Obras)”, que se subdividem nos campos especificados de seguida e que definem, tal como fazia prever a Portaria n.º 701 H/2008 [2], um conjunto mais alargado de Áreas Profissionais de Engenharia que, por sua vez, requerem formação e informação e características para execução distintas.

De acordo com o indicado, são estas divisões por actos:

“Actos não associados a Realizações:

- Investigação, Ensino e Normalização
- Administração Pública e Concessões

Actos associados a Realizações (Obras):

- Concepção Edifícios e Obras de Eng. Civil (Projecto)
- Produção Edifícios e Obras de Eng. Civil (Construção - inclui Direcção e Fiscalização)
- Gestão e Manutenção (Gestão de Empreendimentos; Avaliação; Manutenção e Exploração)
- Estudos e consultadoria em Engenharia Civil
- Produção de materiais (sistemas) e componentes
- Planeamento e Ordenamento do Território” [5]

Em seguida, no mesmo documento [5] e de acordo com a Figura n.º 2, são identificados Áreas de Actividade Profissional em subgrupos e realizada uma correspondência com as “Subáreas” de actividade:

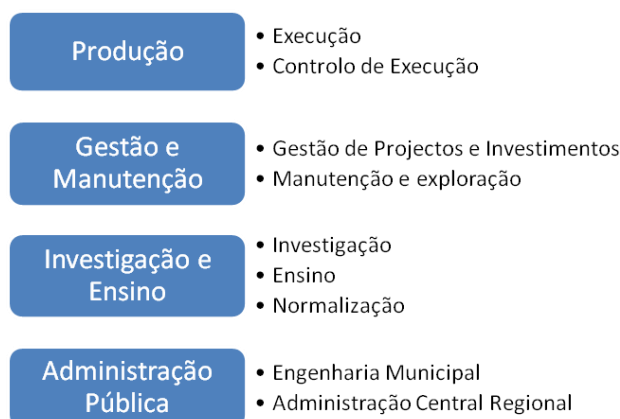


Fig. 2 – Áreas de actividade profissional

Pela análise da figura anterior facilmente se compreende que destas áreas profissionais surge uma pluralidade de eventuais actos de Engenharia Civil e que apenas com sua categorização e divisão parcelar é possível defini-los com rigor e eficiência.

É exactamente sobre o subgrupo correspondente à Gestão da Manutenção que incidirá esta dissertação, nomeadamente na subárea de actividade relativa à Manutenção e Exploração, nomeadamente pela análise do Estado da Arte relativo à Manutenção e por uma subsequente análise e aplicação prática relativa à estrutura do Metro do Porto, descritos em específico no ponto seguinte deste capítulo, Estrutura da Dissertação.

1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Ao longo deste documento serão expostos um total de seis capítulos, os quais se descrevem de seguida.

O presente capítulo, Capítulo n.º1 denominado por “Introdução” visa uma apreciação ao panorama actual do mundo e das sociedades e ao levantamento da importância que determinadas matérias emergentes na sociedade podem ter na Engenharia Civil, na sua evolução e interferir numa estrutura social em permanente alteração. Por fim, descreve sucintamente o restante documento e estabelece os objectivos que se pretende que sejam atingidos neste trabalho.

O Capítulo n.º2, intitulado “Visão Global” abordará alguns indicadores importantes para a definição do futuro da Construção e analisará, no panorama nacional alguns factores que indiciam e que actualmente constituem uma necessidade de repensar a tipologia de investimentos a realizar no sector, quais os caminhos a seguir, e através de uma comparação efectiva com outros países indicar perspectivas de evolução sustentadas. Na linha do descrito anteriormente serão indicados alguns exemplos de âmbito europeu e americano.

No capítulo seguinte, o Capítulo n.º3, que terá como denominação “Manutenção”, serão abordadas as definições base referentes ao campo da Manutenção, como a análise de alguma legislação e com explicitação alguns processos base para a realização de uma abordagem aos mesmos e indicados alguns exemplos de práticas empresariais adoptadas actualmente. Serão, ainda, descritas as etapas teóricas para a realização de um plano de manutenção para uma infra-estrutura do género da do Metro do Porto, tendo em vista algumas preocupações necessárias, garantias de execução, conformidades dos trabalhos e níveis de actuação.

No que respeita ao Capítulo n.º4 “O Metro do Porto – Aplicação de Metodologia” será realizada uma análise do panorama geral da rede do Metro do Porto e caracterizada a sua constituição. Neste capítulo serão descritas algumas metodologias utilizadas para a implementação de processos de avaliação de acordo com as definições do capítulo anterior, definidas algumas vantagens das mesmas e explicitado qual o procedimento que se revela necessário adoptar, assim como, qual a metodologia de análise de riscos a adequar à avaliação do caso de estudo, o Metro do Porto.

O Capítulo n.º5 denomina-se “Visitas à Infra-estrutura e incidirá sobre o caso de estudo apresentado, em particular pela apresentação de elementos recolhidos desde que a Metro do Porto começou a operar na região do Grande Porto, evidenciando quais as principais necessidades de actuação e de que forma se deve posicionar a entidade responsável pela gestão da infra-estrutura. Esta informação será documentada com algumas fotografias obtidas em vistas à infra-estrutura.

O último capítulo, Capítulo n.º 6 intitula-se “Conclusão” e o seu objectivo é realizar uma análise do trabalho desenvolvido, avalia a persecução dos objectivos inicialmente definidos e estabelece algumas observações para a forma de implementação que sugere o desenvolvimento de mecanismos capazes de conferir índices práticos de maior operacionalidade ao sistema anteriormente definido.

1.4. OBJECTIVOS

Tendo em vista o objectivo final, definido no parágrafo seguinte deste ponto, esta dissertação, através de uma análise do panorama actual a nível da Manutenção e, em específico, a nível da Manutenção de Obras de Arte tem como objectivo realçar a necessidade de intervenções ao nível da manutenção e indicar importância que este tipo de intervenções pode ter no período de vida de uma infra-estrutura, nas suas condições de utilização e numa melhor adequação do seu funcionamento às necessidades que determinam a sua existência.

Definir método de avaliação balizado, com estrutura definida e avaliações caracterizadas constituirá o passo essencial para a obtenção de um modelo de avaliação hierarquizado e, assim, constituir as bases para o desenvolvimento de um sistema informático capaz de contemplar toda a informação relativa às infra-estruturas. A base de dados criada deverá conter e disponibilizar com facilidade todas as informações relevantes para a gestão da infra-estrutura. Assim, o sistema deverá conferir uma base para consulta, análise e preparação de trabalhos e intervenções necessárias realizar com o máximo de rigor possível.

Este documento, tal como descrito no parágrafo anterior, terá como grande objectivo a definição de uma abordagem teórica caracterizada por um conjunto de procedimentos e adequada a um caso prático específico, nomeadamente em relação à infra-estrutura viária do Metro do Porto, com particular incidência para a temática das Obras de Arte que a constituem e que se revelam, naturalmente, essenciais para o seu funcionamento e para a prestação de serviços geradores de riqueza para toda a região do Grande Porto.

Será também intenção deste documento realizar algumas incursões ao local de forma a observar algumas situações de potencial preocupação e actuação com vista a uma futura aplicação do plano que irá ser definido.

2

VISÃO GLOBAL

2.1. PANORAMA NACIONAL

A Engenharia surge sempre como forma de solucionar, responder e actuar perante problemas ou como forma de encontrar soluções que melhor sirvam as populações. No Mundo actual, onde se verificam enormes discrepâncias sociais existem também diferentes formas de fazer Engenharia. Poderá dizer-se que nas sociedades em desenvolvimento a Engenharia praticada será equivalente à praticada nas sociedades desenvolvidas na fase dita de desenvolvimento, no entanto, com maior capacidade produtiva, tecnológica e por vezes, sujeita a contrastes acentuados entre as necessidades básicas e a primazia do bem-estar e do conforto.

Actualmente assiste-se, nas sociedades ditas desenvolvidas, a uma preponderância diferente do papel da Engenharia Civil perante o que possuía antigamente e que se centrava principalmente no campo do projecto e concepção. Nestas sociedades assiste-se, há alguns anos, a uma alteração profunda da forma de fazer Engenharia. As suas perspectivas e capacidades evoluíram e têm agora preocupações e estímulos diferentes.

Antigamente admirava-se a Engenharia pela capacidade do saber conceber e idealizar projectos que criassem obras para serviço das sociedades e do Homem. Hoje as suas competências estão alargadas, vão muito para além da concepção e criação. À Engenharia é-lhe atribuída socialmente um papel muito mais extenso, vasto em campos de actuação e com novos desafios emergentes, desafios condizentes com as características das novas sociedades, adequadas ao conhecimento actual da humanidade, à tecnologia associada aos processos, aos problemas e à conservação ambientais e às necessidades futuras do Homem. À Engenharia cabe, por isso, contribuir também para um desenvolvimento sustentável, para um reaproveitamento de produtos e elementos e, acima de tudo, com uma postura responsável na evolução.

Tem-se verificado, em destaque na primeira década do século XXI, como referido, um evoluir dos papéis que a Engenharia Civil consagra, com mais destaque na sociedade e em particular no campo empresarial, marcado pela multiplicidade de empresas, campos de actuação e políticas de mercado bem definidas. Surge, nos últimos anos, um paradigma na área da Construção, nomeadamente nas civilizações ocidentais, onde a necessidade de novas infra-estruturas é mais esporádica e específica e onde as exigências quer nos níveis de desempenho, quer a nível da resposta das mesmas requerem uma maior planificação em todos os aspectos, bem como uma análise de efeitos/retorno que a mesma poderá consagrar.

Abre-se, portanto, com esta evolução campo para novas alternativas, novas estratégias para explorar e novas tecnologia a implementar. Um mercado tão vasto é definido como o “Conceito da Fileira da

Construção e do Imobiliário” pela Confederação Portuguesa da Construção e do Imobiliário - CPCI, numa edição do ano de 2010, intitulada “Estratégia para a Dinamização da Construção e do Imobiliário” [6], onde neste “conceito” são incluídas diversas áreas centradas na construção, tais como “comercialização e manutenção de estruturas edificadas, nomeadamente a produção de comércio de materiais de construção, concepção, construção, manutenção, comercialização, gestão e exploração de infra-estruturas e edifícios e serviços directamente relacionados, como aluguer de equipamento para a construção ou a avaliação imobiliária.” [6].

Desta forma, e devido ao carácter único que cada actividade desponta pelas suas especificidades, há no sector da construção uma necessidade emergente em se adaptar e em procurar alternativas de futuro consistentes. Um forte indicador dessa necessidade está indicado na figura seguinte, Figura n.º 3 [7], através da qual é possível verificar que existe nos últimos anos uma queda anual na ordem dos 15 % no que respeita ao número de transacções de imóveis no território nacional (os dados apresentados incluem informação relativa às Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira) e uma redução média dos valores transaccionados nos períodos homólogos na casa dos 18 -19 %, o que representa uma variação bruta de cerca de dez mil milhões de euros em dois anos.

Acumulado	Acumulado	Variação (%)	Acumulado	Acumulado	Variação (%)
Jan. 09 a	Jan. 08 a	2008 - 2009	Jan. 08 a	Jan. 07 a	2007 - 2008
Dez. 09	Dez. 08		Dez. 08	Dez. 07	

PORTUGAL

Compra e Venda de Prédios

Número	205 285	241 040	-14,8	241 040	281 367	-14,3
Valor (10 ³ euros)	19 687 930	24 425 670	-19,4	24 425 670	29 630 314	-17,6

Fig. 3 - Operações sobre imóveis, período de 2007 a 2009 [7]

Verifica-se, paralelamente, uma redução no número de licenciamentos de novas construções, com uma variação do número de edifícios licenciados no ano 2009 a corresponder a cerca de metade dos valores registados no período com maior número de licenciamentos, compreendido entre 1998 e 2002 tal como se pode verificar pela Figura n.º 4 [8].

A Figura n.º 4 [8] permite, igualmente, retirar conclusões acerca do número de Habitações Familiares Licenciadas, isto é, entre 2004 e 2007 são atingidos valores totais de Novos Fogos Licenciados equivalentes aos valores registados nos anos 1994 e 1995. Entre o ano 1999, correspondente ao número máximo de fogos licenciados, e o ano 2009 (último ano apresentado) verificou-se uma quebra de cerca de 80 % deste valor, sendo que já em 2005 se verificou que o este número de fogos atingiu valores inferiores aos registados no ano 1994.

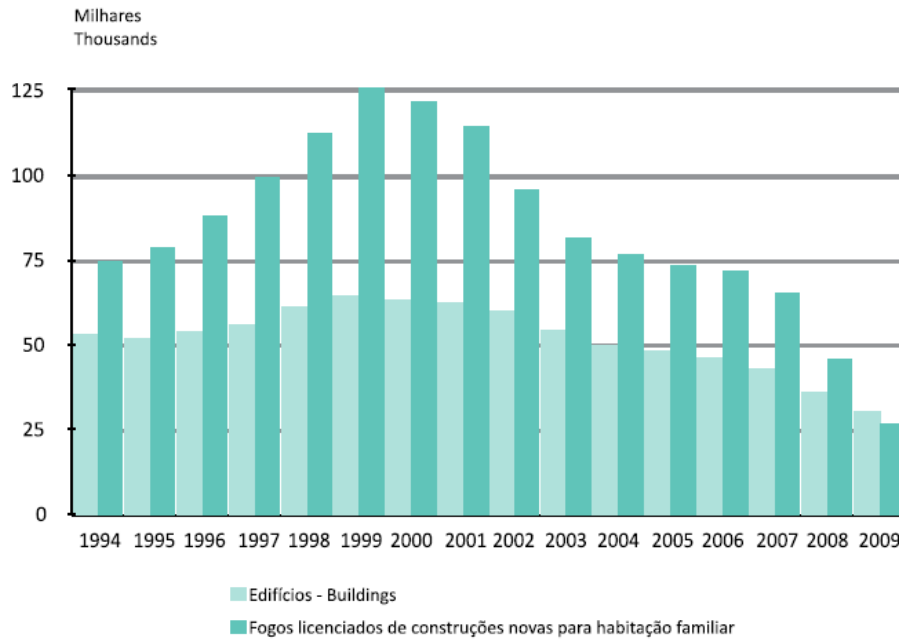


Fig. 4 - Número de edifícios e fogos licenciados e concluídos, 1994-2009 [8]

No Figura n.º 5 [8] pode-se apreciar o número de Fogos Concluídos de Construções Novas para Habitação Familiar. Verifica-se que este valor tem sofrido quebras sucessivas após um período crescente em que se foi registado um avolumar de conclusões de fogos habitacionais, nomeadamente no período compreendido entre o ano 1999 e o ano 2002, anos em que se registaram conclusões de construções para habitação em número superior a cem mil. Após esse período é visível um enorme abrandamento deste indicador, sendo que em num período de apenas dois anos se verificou uma quebra de 50 mil habitações concluídas anualmente, passando em 2004 os valores registados a estar em linha com os verificados registados no ano 1997 e a diminuir consecutivamente até ao ano de 2009.

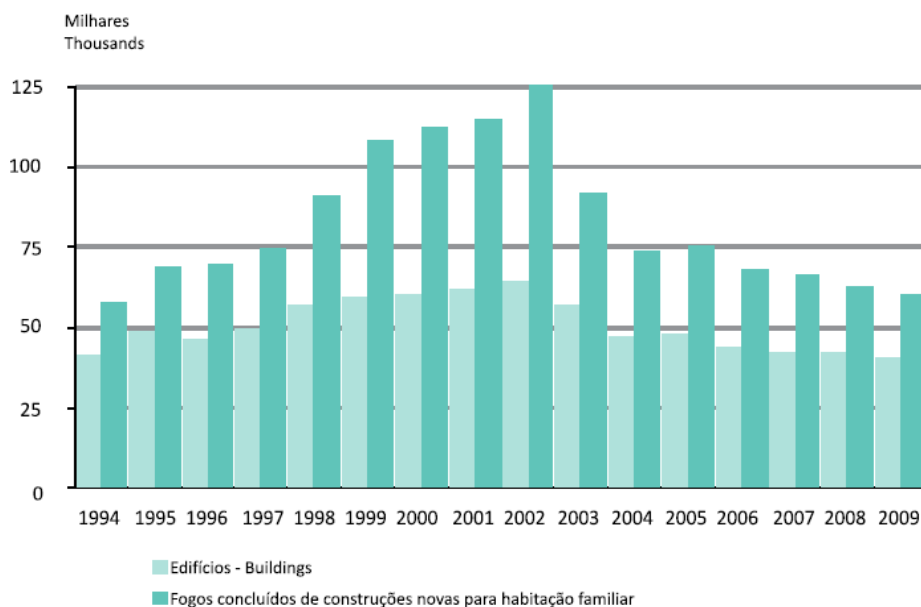


Fig. 5 – Número de edifícios e fogos concluídos para novas habitações, 1994-2009 [8]

Igualmente para o número de Edifícios Licenciados para Habitação e de Edifícios Licenciados para Novas Habitações se regista uma enorme quebra. Pela Figura n.º 6 é possível identificar que num período de sete anos, entre o ano 2002 e o ano 2009, se registou uma quebra do número total de Edifícios Licenciados para Habitação perto dos 60 %, sendo que para novas habitações se verifica um fosso ainda maior entre valores, com reduções superiores a 60 % e, nos últimos dois anos apresentados, com quebras na ordem dos 20 % e 30 %, respectivamente para 2008 e 2009.

Anos	N.º Total	Variação	N.º Total	Variação
Jan. 09 a	Habitações	anual (%)	Novas	anual (%)
Dez. 09			Habitações	
2002	49 607	3,4	40 874	0,1
2003	45 540	-8,2	36 626	-10,4
2004	41 496	-8,9	33 315	-9,0
2005	39 707	-4,3	32 184	-3,4
2006	37 648	-5,2	30 558	-5,1
2007	34 648	-7,1	28 367	-7,2
2008	28 435	-18,7	22 430	-20,9
2009	21 223	-25,4	15 818	-29,5

Fonte: Portal do INE

Fig. 6 - Evolução dos Edifícios Licenciados para Habitação entre 2002 e 2009 [8]

Esta tendência verificou-se igualmente na área da construção não residencial, onde também se verificaram perdas em 2009 um decréscimo na ordem dos 12% para a superfície licenciada e na casa dos 20% no número de licenciamentos para construção, sendo segundo dados do INE, acentuando os fortes decréscimos destes índices verificados no ano de 2008.

A análise destes indicadores assumem um carácter mais gravoso quando analisamos o peso que o sector da construção representa para a economia nacional quer ao nível do Produto Interno Bruto - PIB que, de acordo com Fonte CPCI e INE, assume um valor de 18,6% do PIB, quer de acordo com a figura seguinte, retirado do mesmo documento, em que está representado o Valor Acrescentado Bruto – VAB. Consequências da instabilidade latente ao sector traduz-se, sem dúvida, num forte estigma para a Economia do país, quer pela incerteza latente aos inúmeros postos de trabalho, directos e indirectos, quer pelo ciclo vicioso criado com a retracção de investimento privado.

Na figura seguinte, a Figura n.º 7 [6] está representada o VAB das Empresas Portuguesas Não Financeiras de acordo com o Peso por Actividade Económica, sendo que, de acordo com a legenda apresentada, o Sector da Construção e Imobiliário surge com um peso superior a 20 % do total e como o sector que maior percentagem representa.

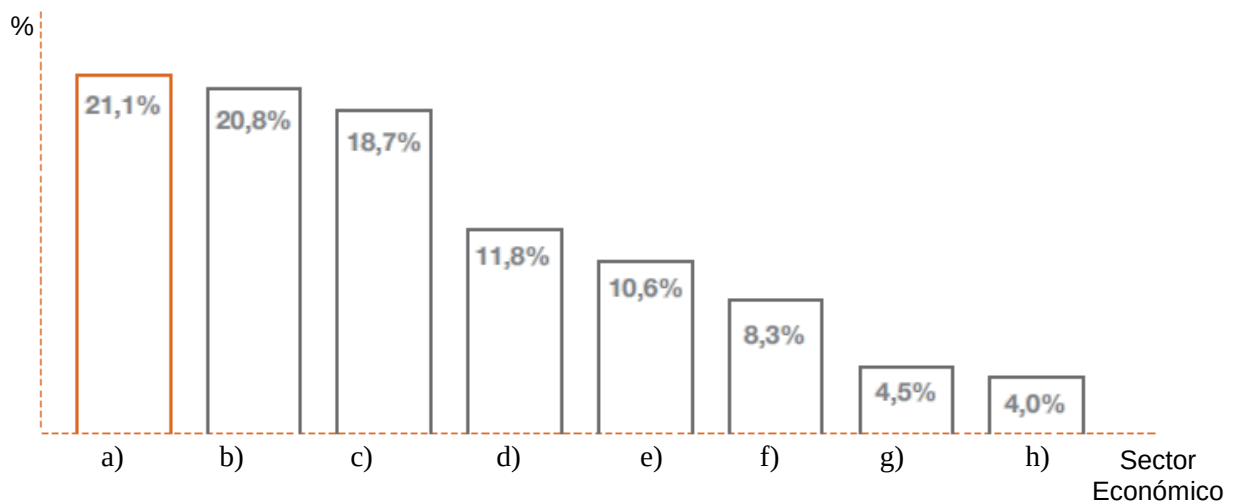


Fig. 7 – VAB das Empresas Não Financeiras - Peso por Actividade Económica [6]

Legenda:

- a) Construção e Imobiliário;
- b) Indústria;
- c) Comércio;
- d) Transportes, armazenagem, comunicações;
- e) Serviços prestados às empresas;
- f) Outras actividades, serviços colectivos, educação. e saúde;
- g) Produção e distribuição de electricidade, gás e água;
- h) Alojamento e restauração.

Desta forma e com o peso que este sector representa a todos os níveis na sociedade, é natural que o sector procure novas formas de subsistência e que as empresas que o constituem, caracterizadas como fortes impulsionadoras da economia e com uma capacidade produtiva geradora de riqueza, procurem diversificar as suas áreas de intervenção ou o seu campo de actuação.

2.2. NOVAS PERSPECTIVAS

Uma das formas adoptadas pelas empresas Portuguesas, e com maior expressão no panorama nacional, tem passado por uma aposta forte na internacionalização, nomeadamente para o Leste da Europa, América Latina e, com maior incidência, para o continente Africano, em particular para as ex-colónias, como é o caso particular de Angola.

As empresas portuguesas têm, assim, procurado externamente possibilidades de negócio adequadas às suas características e que não dispõem em território nacional. Actualmente Portugal destaca-se como a terceira potencia Europeia além fronteiras no sector, com uma cota de 16 %, o dobro da Alemanha e muito próximo da Itália que detém cerca de 18%. Este mercado é liderado pela França, com um total de 33 % das empresas a operar em África. Esta análise é comprovada pela figura seguinte, Figura n.º 8 [6] que indica a percentagem de empresas internacionais, por nacionalidade, presentes em território Africano.

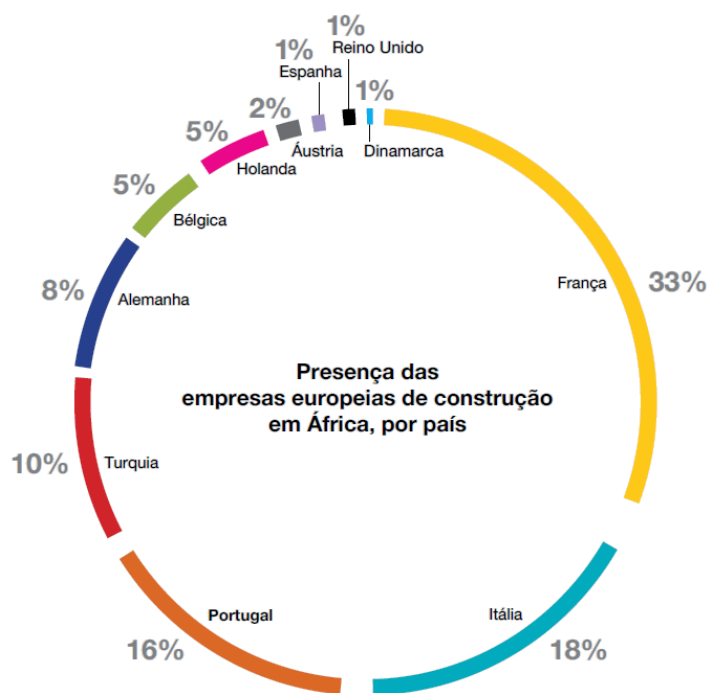


Fig. 8 – Presença das empresas europeias de construção em África, por país [6]

Verifica-se nos últimos anos um forte crescimento do mercado Português nos mercados externos de construção, de tal forma que entre o ano 2000 e o ano 2008 estes registaram crescimentos médios anuais superiores a 30 %, sendo que no ano 2008, atesta o estudo da CPCI [6], o seu peso já representava cerca de 18% da produção anual de todo o sector.

Contudo, nem para todas as empresas, nomeadamente muitas das Pequenas e Medias Empresas - PME's, possuem capacidade de arriscar no mercado externo. Por vezes é preciso dimensão, músculo na sua estrutura, assim como, meios e capacidade de financiamento, que nem sempre é possível obter, principalmente com a retracção bancária com que o sector tem vindo a deparar-se constantemente. Desta forma, a necessidade de procurar alternativas de investimento e negócio para as empresas que não têm, por diversos motivos, capacidade para se internacionalizar torna-se mais preponderante para a sua sobrevivência no mercado interno. Esta adequação às necessidades de mercado não deverá, certamente, enveredar pela concepção mas sim pela criação de serviços geradores de riqueza, apoiados na inovação e na tecnologia e sustentados por uma visão voltada para o património edificado e para as infra-estruturas existentes. Assim, áreas como a Reabilitação, a Manutenção e Reparação ou no campo da Energia surgem numa primeira linha de importância.

No caso da reabilitação, Portugal encontra-se, actualmente, e ao contrário do que se verifica na componente da Internacionalização, desviado do que se verifica ser a tendência europeia. Em países como a Alemanha e a Itália a Reabilitação representa cerca de 45 % do total da produção da Construção, sendo que na Europa Ocidental esta tem um peso superior a 35 % do total de produção do sector. Tal como indicado na figura seguinte, a Figura n.º 9 [6], verifica-se que no campo da reabilitação, mesmo em relação à vizinha Espanha, com valores nesta área quatro vezes superiores em termos percentuais, existe um enorme caminho a percorrer pelas empresas que operam em território nacional e que poderão encontrar aqui uma forma de recuperar a sua solidez, cumulativamente servirem de impulso à economia e atingirem patamares de sustentabilidade mais elevados.

	% da Construção	% da Habitação
Europa Ocidental	36,82%	49,9%
França	39,4%	51,1%
Alemanha	44,6%	61,3%
Irlanda	20,3%	27,5%
Itália	45,5%	60,1%
Espanha	24,0%	32,1%
Holanda	34,8%	44,3%
Reino Unido	37,6%	54,4%
Portugal	6,5%	17,4%

Fonte: EuroConstruct (2007), European Construction Market Trends to 2010

Fig. 9- Peso Relativo das Obras de Reabilitação [6]

De acordo com a CPCI [6], uma área de intervenção para a dinamização da Construção que, como já vimos tem sofrido ao longo dos últimos anos uma mudança de paradigma, é a Reabilitação Urbana, apontando-a mesmo como uma estratégia para o desenvolvimento do país, criando emprego e contribuindo para um desenvolvimento sustentado da economia. Esta entidade na sua publicação – Estratégias para a Dinamização da Construção e do Imobiliário indica que a componente da Reabilitação em Portugal é um sector deficitário e com fortes possibilidades expansivas, falando mesmo em números, indicando que “Portugal tem cerca de 5,7 milhões de fogos construídos. Destes, cerca de 34 %, ou seja, quase 2 milhões, necessitam de intervenção, sendo que 795 mil necessitam de profundas obras de reabilitação e, neste número, incluem-se mesmo 325 mil fogos muito degradados, que têm de ser alvo de intervenção urgente” [6]. Ora todo este mercado é, sem dúvida, uma ótima rampa de lançamento para o sector, com o espólio de actuação vasto devido ao papel central que as cidades desempenham na sociedade como pólos de competitividade e às necessidades de intervenção que, quer infra-estruturas, quer edifícios devolutos apresentam.

Na figura seguinte, a Figura n.º 10 [9], que resulta de uma apreciação realizada aquando dos censos 2001, na qual foram cadastradas, por necessidades e tipo de intervenção, para o território nacional, as necessidades de intervenção em edifícios. Esta figura revela que, para diferentes áreas é de facto importante e indispensável um olhar sério e objectivo sobre esta matéria, quer pela magnitude dos indicadores que para garantia das condições e da qualidade de vida das populações, dos centros habitacionais e dos centros históricos.

EDIFÍCIOS - POR NECESSIDADES DE REPARAÇÃO								
Zona Geográfica	Época de Construção							
	Total	antes de 1919	1919-1945	1946-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2001
Portugal								
Na estrutura	3.160.043	253.880	344.936	357.042	395.262	553.349	648.930	606.644
Nenhumas	1.889.502	55.493	100.305	141.195	203.481	362.178	493.737	533.113
Pequenas	610.220	49.401	84.365	96.721	105.689	120.477	105.985	47.582
Médias	372.304	56.730	79.509	71.302	58.439	50.845	35.808	19.671
Grandes	184.860	49.500	52.295	33.578	20.210	14.734	9.954	4.589
Muito Grandes	103.157	42.756	28.462	14.246	7.443	5.115	3.446	1.689
Na cobertura	3.160.043	253.880	344.936	357.042	395.262	553.349	648.930	606.644
Nenhumas	1.737.389	42.981	83.052	117.820	177.322	325.697	465.817	524.700
Pequenas	627.559	43.603	78.907	95.451	108.953	132.537	117.708	50.400
Médias	430.521	61.037	86.646	82.251	70.503	64.895	45.609	19.580
Grandes	236.135	56.867	62.140	43.191	28.362	22.496	14.808	8.271
Muito Grandes	128.439	49.392	34.191	18.329	10.122	7.724	4.988	3.693
Nas paredes e caixilharia exteriores	3.160.043	253.880	344.936	357.042	395.262	553.349	648.930	606.644
Nenhumas	1.671.342	44.550	83.311	115.174	170.805	312.272	441.069	504.161
Pequenas	698.968	46.998	82.758	101.338	117.974	146.932	137.598	65.370
Médias	444.984	60.648	86.351	82.620	71.355	67.700	51.609	24.701
Grandes	222.494	54.285	59.456	40.768	25.736	19.725	13.812	8.712
Muito Grandes	122.255	47.399	33.060	17.142	9.392	6.720	4.842	3.700

Fonte: INE, Recenseamento Geral da População e Habitação - 2001 (Resultados Definitivos)

Fig. 10 – Necessidades de reparação em edifícios [9]

Através da Reabilitação abre-se, portanto, uma porta para a criação de novas oportunidades e surge também um meio para resolução de diversas vicissitudes. O seu campo de aplicação é vasto, pode consistir apenas na manutenção ou restauro de edifícios, mas pode, também, ter um papel mais amplo, funcionando como atractivo ao investimento pela melhoria que confere aos níveis de serviço, ao património edificado e cultural, às infra-estruturas e às actividades locais que desenvolve.

Existem, no entanto, várias condicionantes à evolução do mercado de reabilitação, algumas fruto de situações acumuladas ao longo dos anos e que de acordo com o que Fernando Paes Afonso, Director Geral da Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas – AECOPS, apresenta num documento intitulado “Potencialidade do Mercado de Reparação e Manutenção face às Características do Parque Edificado” [10], apresentado no “Seminário Censos 2001 – Resultados Definitivos”, que estão relacionadas com:

- “A evolução da economia, através do impacto que tem sobre a disponibilidade financeira das famílias;
- As medidas públicas de apoio à Reabilitação do parque habitacional, que são escassas face ao número de edifícios com necessidades de reparação;
- A resolução do problema do arrendamento;
- A multiplicidade das entidades envolvidas no processo de Reparação de um edifício (no caso, por exemplo, do edifício se encontrar numa zona histórica);
- A capacidade de resposta das empresas do Sector da Construção, principalmente no que diz respeito à existência de mão-de-obra especializada;

- A interiorização de que os trabalhos de Reparação e Manutenção representam um importante investimento patrimonial.” [10]

Este documento sintetiza, assim, as linhas principais do papel da Reabilitação, salientando a sua importância na sociedade e na criação de riqueza, indicando condicionantes importantes ao desenvolvimento deste mercado.

Actualmente têm-se desenvolvido, também, inúmeras acções de sensibilização e de discussão desta problemática, incentivada pela comunidade científica, com exemplos vivos de projectos desenvolvidos nas Faculdades, a realização de congressos vocacionados especificamente para o tema e, também, por acções de formação levadas a cabo por associações do sector, procurando sensibilizar a comunidade, os agentes decisores e investidores, das necessidades crescentes de reabilitação e manutenção de edifícios, tendo em conta o elevado número de casas desabitadas e que estão em risco de ruir em Portugal.

2.3. PAPEL DAS INSTITUIÇÕES NACIONAIS

A nível das organizações centrais governamentais têm, inclusive, sido lançados alguns planos com vista a promoção das acções de reabilitação e à criação de condições atractivas para investimento nestas áreas. Exemplos disso são alguns programas lançados, como o conhecido Programa POLIS que visava uma intervenção a nível da qualidade de vida nas cidades, por uma intervenção “urbanística e ambiental, melhorando a atractividade e competitividade dos pólos urbanos” [11]. Surgiram também outros programas de incentivo, com diferentes directrizes, nomeadamente incentivo ao investimento privado, como o programa REHABITA, lançado em 1996, em 2000 pelos programas RECRIPH e RECRIA e no ano seguinte pelo programa SOLARH, que contemplam acções de incentivo para a prática de conservação, beneficiação e reconstrução de edifícios habitacionais. Mais recentemente, entre 2008 e 2010, foram lançados alguns concursos públicos, com destaque para o Programa de Modernização do Parque Escolar, através do qual foram criados incentivos ao sector da construção e fomentada a integração a uma maior escala na economia do subsector da Reabilitação que neste projecto conta, segundo refere a Associação Nacional de Empreiteiros de Obras Públicas – ANEOP no estudo “A Construção: balanço de 2009 e Perspectivas para 2010”, de Março de 2010 [12], segundo a empresa Parque Escolar, “da intervenção global, cerca de 70% serão em reconstrução e 30% em construção nova”. Segundo este estudo, também as Parcerias Público Privadas – PPP’s tiveram forte peso na economia nacional, com destaque para o para o campo das parcerias Rodoviárias, Ferroviárias, de Segurança e Saúde estabelecidas com diversas empresas.

A Reabilitação surge mesmo como uma prioridade para as diversas forças políticas com assento parlamentar porém, é necessário definir as orientações desse investimento e a forma como se deverá processar. Estas prioridades políticas devem, segundo a CPCI [6] passar pelo investimento em infra-estruturas e equipamentos, tais como:

- “Energia
- Transportes e logística
- Ambiente, abastecimento de água e saneamento
- Equipamentos de saúde
- Equipamentos sociais” [6]

No que ao capítulo dos transportes e logística, onde, neste caso, se insere a temática desta dissertação, as prioridades estabelecidas devem ser no sentido do reforço nas cadeias internacionais de transporte e logística, na melhoria de acessibilidades e de mobilidade nas Áreas Metropolitanas, nomeadamente

nos grandes centros populacionais (Lisboa e Porto), onde se enquadra a infra-estrutura viária do Metro do Porto. Esta prioridade de melhoria das acessibilidades, além de facilitar a mobilidade e acessibilidade na cidade, confere um vasto conjunto de vantagens directas e indirectas, do já referido ponto de vista económico e da criação de emprego, ao fortalecimento da coesão da região, aproximando centros urbanos e zonas com menor densidade populacional, no fundo condições ambientais e sociais mais equitativas e de desenvolvimento sustentável.

Ora, sem uma postura atenta e adequada, não será possível garantir que este género de infra-estruturas se mantenha moderno, operacional e com capacidade de resposta às necessidades das cidades, da população residente, da população flutuante e das actividades económicas que nesta se desenvolvem. Esta filosofia surge como preocupação latente numa definição do Observatório do Quadro de Referência Estratégico Nacional – QREN, que através do Programa Operacional de Factores de Competitividade para o período entre os anos 2007 e 2013 [13] define as linhas orientadoras da estratégia nacional e em específico para a região norte [14] são traçadas as orientações estratégicas com vista ao crescimento da região e com ênfase para as infra-estruturas ferroviárias, em particular para o projecto ferroviário do Porto de Leixões, mas também no âmbito da Mobilidade, Acessibilidades e Transporte, juntamente com infra-estruturas como o Aeroporto Francisco Sá Carneiro e Metro do Porto que podem ser criadas as condições necessárias para o desenvolvimento urbano da região e para o aumento dos índices de mobilidade.

2.4. UNIÃO EUROPEIA

Segundo a União Europeia - UE, a área dos transportes surge como um ponto nevrálgico e de importante investimento, para que seja garantida a manutenção das condições das infra-estruturas ou pela efectivação da melhoria e adequação dos serviços prestados, condições que considera importantes formas de atracção de mais utilizadores para esta tipologia de infra-estruturas, além do que “a existência de infra-estruturas de transportes eficientes, flexíveis, seguras e não poluentes constitui uma condição prévia para o desenvolvimento económico, dado que fomenta a produtividade e, por conseguinte, aumenta as perspectivas de desenvolvimento das regiões em causa, facilitando a circulação das pessoas e das mercadorias” [15].

Este ponto é certamente importante nas necessidades de convergência, competitividade e emprego para com o restante espaço europeu, que surge nas considerações do Instituto de Gestão do Fundo Social Europeu para a definição dos fundos estruturais da União Europeia para o período compreendido entre o ano 2007 e o ano 2013 [16].

Também neste âmbito, em 2007 foi publicado pela UE um resumo das melhores práticas em matéria de segurança rodoviária nos estados-membros. Este documento subdivide-se em diversas partes, surgindo como “Relatório Final do Supreme”, contando com a participação de inúmeras empresas internacionalmente reconhecidas e acreditadas. Ora, neste documento, em particular na “Parte C – Boas Práticas de Segurança Rodoviária Manual de Medidas Nacionais” [17] é destacado um conjunto de artigos/análises realizados em diversos países da União, visando espelhar algumas realidades, apresentando exemplos e apreciando a inserção de determinadas medidas em contextos práticos. Bons exemplos na orla deste trabalho são alguns artigos postulados neste documento, nomeadamente acerca da importância da sinalização e marcação rodoviária, em específico acerca da necessidade de verificação periódica a que estes componentes devem estar sujeitos e que, mais adiante, será explorada neste trabalho; é salientada a importância da auditoria de segurança, no capítulo da Garantia de Qualidade, isto é, salienta o documento [17] a importância destas auditorias para “identificar principais problemas tão precocemente quanto possível para evitar custos adicionais com obras de

reconstrução” ou mesmo “reconhecer potenciais focos de problemas” de forma a aplicar “acções de correcção antes de os acidentes acontecerem”. Segundo as indicações apresentadas por este estudo como são proporcionados os seguintes benefícios:

- “Maior sensibilização dos decisores políticos e projectistas de estradas para as necessidades em matéria de segurança rodoviária;
- Estabelecimento de uma base para uma actualização sistemática do comportamento de segurança de uma estrada;
- Identificação das necessidades mais urgentes de beneficiação de uma estrada através da identificação da localização exacta e do tipo de defeito assinalado.” [17]

É, portanto, com base nestes pontos que a União Europeia tem apoiado alguns programas de intervenção em infra-estruturas de alguns estados membros, com o sector dos transportes e especificamente do ferroviário a surgirem em destaque (exemplos: [18] e [19]), sempre com uma visão do ponto de vista da sustentabilidade da acção, quer do ponto de vista social quer do ponto de vista económico. Em alguns projectos são definidos princípios de utilização de ganhos relativos às melhorias e intervenções realizadas e que têm, expectavelmente, a capacidade de atrair maior número de utilizadores e, por isso, aumentar o volume de receitas, sendo que este deve ser canalizado para o investimento na modernização e na manutenção das infra-estruturas, evitando, assim, como resultado final, uma degradação dos equipamentos e das suas condições de utilização [18].

2.5. VISÃO AMERICANA

O transporte como grande facilitador do crescimento económico e está na essência do desenvolvimento económicos e de todas as trocas comerciais. Tem a capacidade de fazer mover a economia como instrumento para a movimentação de pessoas e bens, contribuindo para o florescimento económico. É neste sentido que apontam as directivas americanas do Department of Transportation – DOT no American Recovery and Reinvestment Act of 2009 [20], de forma a aumentar o investimento sustentável numa política vocacionada para as pessoas, as empresas e as comunidades que o utilizam os diversos sistemas de transporte. Consideram, por isso, imprescindível o modernizar os sistemas de transporte, criando posto de trabalho, atraindo investimento e contribuir para o aumento da capacidade e das condições de mobilidade e de satisfação de utentes, cativando mais utilizadores e motivando a reabilitação e a melhoria consecutiva dos sistemas e dos seus elementos, tais como portos, pontes e estradas.

Um conjunto de falhas em nos anos de 2006 e 2007 chamaram à atenção da sociedade e das instituições Norte-Americanas para o carácter obsoleto que muitas infra-estruturas de transporte apresentavam e para uma consequente necessidade de fiscalização destes elementos para evitar que ocorram acidentes graves. De acordo com a American Association of State Highway and Transportation – AASHTO a idade média de uma ponte nos Estados Unidos é de cerca de quarenta e três anos e que cerca de um quarto das pontes se apresentem estruturalmente débeis [21]. Muitas destas pontes estarão em risco de ruir, em avançado estado de degradação ou não preparadas para as acções a que estão sujeitas, tais como volumes de tráfego muito diferentes dos equacionados na fase de projecto.

A AASHTO, considerada a “voz” do DOT dos Estados Unidos, perante este cenário afirma que se deve agir imediatamente, não esperando que a situação se degrade ainda mais. Nesse sentido recomenda que sejam postas de parte algumas restrições ambientais desnecessárias para a realização específica de trabalhos de reparação e acções de manutenção assim como fomentar as condições para que as acções de manutenção preventiva se tornem uma realidade. Ciente desta preocupação, o

Presidente Barack Obama anunciou no Dia do Trabalho que será desenvolvida uma política de renovação no campo do transporte terrestre, nomeadamente a nível do rodoviário e do ferroviário, através do investimento prioritário e racional nestas obras, para que seja alcançada a modernização dos sistemas existentes e obsoletos [22].

Desta forma, caberá à Federal Highway Administration – FHWA o acompanhamento junto dos estados do desenrolar dos processos de intensificação de esforços para a garantia de segurança em pontes, túneis, etc. e desenvolverá esforços para acompanhar todos os processos de inspecção, reparação, reabilitação e substituição de antigos sistemas. Esta organização quer implementar um programa de inspecção de túneis, o National Tunnel Inspection Program, à semelhança do já existente para pontes, o National Bridge Inspection Program. Serão igualmente desencadeados esforços no sentido de apoiar a avaliação de riscos e a fiscalização destes elementos de forma sistemática, assim como pelo incentivo à introdução de sistemas de gestão de pontos eficazes [23].

Há uns anos, o panorama de evolução deste cenário de insegurança das pontes afectava as instituições Norte Americanas pois o aumento do volume de tráfego fazia-se sentir, a deterioração das pontes aumentava de dia para dia, os fundos para as suas reparações eram insuficientes e os sistemas de gestão dessas infra-estruturas era também ineficientes. Como forma de reacção a este panorama, o subcomité para o Plano Estratégico de Manutenção e Preservação de Pontes da AASHTO estabeleceu, no ano de 2008, um conjunto de estratégias para os cinco anos seguintes que visam uma mudança no paradigma à data. Foi, por isso lançado um programa para a redução do número de pontes em más condições que consistia em primeira instância na implementação de um sistema de preservação com base na experiência e intervenções já realizadas. Este sistema tinha como lema “as intervenções de hoje na preservação de pontes contribuem para uma melhoria das infra-estruturas de transportes amanhã” e assentava em cinco objectivos base, são eles [24]:

- Melhoria das praticas de preservação e manutenção
- Facilitar a troca de informação sobre a preservação e manutenção de pontes
- Auxiliar os estados membros na implementação de práticas de preservação e manutenção de pontes
- Melhoria sustentada da base de conhecimentos sobre preservação e manutenção de pontes
- Desenvolver parcerias com os diversos intervenientes

Desta forma, recorrendo à implementação das estratégias indicadas, o governo Americano considera que está criado o vector base para que seja possível retomar os índices de segurança exigíveis para estas infra-estruturas e garantir, consequentemente, a sua preservação futura.

Tal como sucede com as directrizes americanas, para a infra-estrutura do Metro do Porto é necessário estabelecer princípios equivalentes, não na óptica de intervenção imediata pois a idade das infra-estruturas não o requer mas na óptica da conservação e prevenção futuras.

3

MANUTENÇÃO

3.1. LEGISLAÇÃO

A Manutenção do ponto de vista legal é um tema que tende a não ter uma definição clara de regras ou procedimentos susceptíveis de serem adoptados por lei. À semelhança do que acontece noutras áreas do saber e mesmo dentro da Engenharia Civil, legalmente existe um amplo campo de indefinição e desajuste, com documentos obsoletos e desajustados da evolução das sociedades, das preocupações emergentes, das características e dos condicionantes que em períodos relativamente curtos se alteram a grande velocidade e que, por incapacidade do sistema legislativo e governamental em os reformular ou devido ao elevado número de externalidades que caracterizam a actividade do sector, estes documentos vão-se desadequando da realidade, das empresas, da sociedade portuguesa e do mundo global.

Em especial no campo da Construção, nos últimos anos tem-se assistido a enormes mudanças ou a introduções de novas preocupações nos sistemas construtivos e nas disposições legais que os prevêm e definem. Exemplo destas mudanças é o florescimento de novas áreas no sector, tais como a Higiene e Segurança no Trabalho, a Certificação Energética dos Edifícios, os Resíduos da Construção e Demolição, entre outros novos campos de preocupação e de matérias inerentes às actividades desenvolvidas na Construção Civil.

Desta forma consideram-se como linhas orientadoras da execução de determinadas operações os aspectos legalmente previstos mas também um conjunto de procedimentos de boas práticas, capazes de indicar alguns procedimentos de segurança ou mesmo normativas internas e definir metodologias de acordo com as características dos actos.

Tal como exposto anteriormente, tem-se verificado a introdução de novas temáticas no âmbito da Construção. No sitio da Internet da Ordem dos Engenheiros é destacada uma portaria, a Portaria n.º 701 H/2008 – “Instruções para a elaboração de projectos de obras” [2], que em 2008, mais de trinta e cinco anos depois, vem substituir a Portaria de 7 de Fevereiro de 1972 – “Instruções para o cálculo de honorários” [3], referida no Capítulo n.º1 deste documento. Na Portaria em causa encontram-se definidas algumas directrizes para a execução de projectos, sendo que para a grande parte dos desígnios se encontram previstas situações referentes à manutenção e reparação das obras. As áreas específicas onde é salientada esta tipologia de acção estão enumeradas de seguida:

- Edifícios
- Instalações, Equipamentos e Sistemas em Edifícios
 - Instalações, equipamentos e sistemas de águas e esgotos.
 - Instalações, equipamentos e sistemas de comunicações.
 - Instalações, equipamentos e sistemas de aquecimento, ventilação e AVAC

- Sistemas de gestão técnica centralizada
- Pontes, Viadutos e Passadiços
- Estradas
- Obras Hidráulicas
- Abastecimento e Tratamento de Água
- Drenagem e Tratamento de Águas Residuais
- Produção, transformação, transporte e distribuição de energia eléctrica
- Redes de comunicações

Pela análise dos pontos anteriores é possível aferir que estão previstas e indicadas para avaliação acções de manutenção em grande parte dos sistemas e, por análise da Portaria [2], verifica-se que esta componente se encontra presente em numerosas etapas da fase de concepção, incluindo também a projecção da fase de utilização, ou seja, desde logo surge indicada numa fase de Programa Preliminar estendendo-se até à fase ao Projecto de Execução, sempre com a visão implícita relativa ao curso de vida da obra e para o fim a que se destina. Esta componente reveste-se, assim, de enorme importância pois a sua definição logo na fase inicial do ciclo de vida da obra é extremamente útil para o Dono de Obra quer por aspectos relacionados com a segurança pela preparação de intervenções a realizar futuramente, quer por avaliações de sustentabilidade e de âmbito financeiro, passíveis de dissuadir erros ou problemas futuros ou mesmo possibilitar a adopção de determinadas decisões de raiz ainda na fase de projecto e com custos geralmente muito inferiores.

É, então, conveniente que para determinadas infra-estruturas ou elementos seja realizada, na fase projectual, juntamente com todos os outros projectos de especialidade, uma especificação do plano de manutenção e monitorização que permitam a futura realização de Assistência Técnica Especializada, também especificada na Portaria [2]. No seu Artigo 22º é indicada a necessidade de fazer conter em fase de Programa Preliminar a especificação dos condicionantes de manutenção e exploração, e o seu dimensionamento deverá ser realizado de acordo com as condicionantes definidas no Programa Base e no Programa Preliminar; em fase de Anteprojecto devem estar também definidas as características dos equipamentos e constituintes alvos de possível intervenção. Espera-se, assim, que numa fase de Projecto sejam definidas em consenso entre o Dono de Obra e a equipa de Projectistas um conjunto de condicionantes de manutenção e exploração a que os sistemas devem obedecer, condicionantes a nível da exploração prevista, dos acessos e de manutenção de sistemas e equipamentos. Em paralelo deve ser igualmente desenvolvida uma estratégia de monitorização do estado e do funcionamento de equipamentos e instalações específicas e mecanismos para lidar com estas situações, numa análise implícita à forma de funcionamento prevista para a obra.

No que respeita ao capítulo das Obras de Arte, existe uma secção específica, intitulada como “Pontes, Viadutos e Passadiços” [2], que faz referência à referida análise de condicionantes locais, como a identificação de pontos críticos, análises geológicas, e outros para a fase de Programa Preliminar; Na fase de Projecto de Execução não é descorada a necessidade de preparação de inspecções ou exercício de actividades de manutenção tais como aparelhos de apoio e dispositivos anti-sísmicos. Neste capítulo é igualmente indicada uma legislação específica para túneis com extensões superiores a quinhentos metros pela aplicação do Decreto – Lei n.º 75/2006 [25], de 27 de Março que traduz a Directiva 2004/54/CE do parlamento europeu e do conselho de 29 de Abril de 2004 [26]. Esta vertente não será, contudo, abordada nesta dissertação por necessidades de enfoque sobre elementos específicos como as Pontes da Infra-estrutura do Metro do Porto.

Muito recentemente, a 28 de Dezembro de 2010, foi publicado o Decreto-Lei n.º 138-B/2010 [27] que, em linhas gerais, define como se atribuem as responsabilidades de fiscalização e monitorização e quais as garantias que devem ser reguladas pelos processos de fiscalização levados a cabo pelo IMTT.

3.2. CONCEITOS

3.2.1. OBJECTIVOS DA MANUTENÇÃO

A definição de uma política de manutenção concreta e ponderada para uma determinada infra-estrutura específica é uma decisão de enorme importância para o resultado final de um processo de gestão da manutenção adequado e eficaz.

Não só pela componente competitiva que é exigida empresarialmente ou pela contenção e controlo de custos e recursos que a boa prática da engenharia obriga, ou mesmo pelas garantias necessárias em termos de segurança, de qualidade e de operacionalidade, é indispensável a definição de uma estratégia de manutenção consistente, planeada e eficaz. A sua correcta definição pode revelar-se determinante para evitar incidentes ou mesmo acidentes/tragédias em áreas fulcrais da sociedade, campos basilares como são, por exemplo, os sistemas de comunicação, o fornecimento e abastecimento eléctrico, bem como de vias de comunicação e transporte, dos quais existe socialmente enorme dependência no imediato e curto prazo e que uma situação de colapso acarretaria, para toda a estrutura social e económica, prejuízos imensuráveis.

Assim, a forma de actuação para a garantia das condições de utilização terá que contemplar alguns processos e prever diferentes formas de actuação e reacção a acontecimentos. Estamos, portanto, perante uma morfologia de actuação preventiva (com destaque para a predefinição de intervenções) e correctiva, conceitos que serão abordados de seguida e, neste caso, se podem considerar estreitos, de extrema relevância neste âmbito e com um importante papel para o controlo de custo associado às necessidades [28].

3.2.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Como o seu nome indica, este campo da Manutenção tem um carácter defensivo e que se caracteriza pela implementação de meios de prevenção de acontecimentos e actuando de forma a antecipar efeitos indesejáveis. Não se trata, naturalmente, de um simples papel de substituição periódica de componentes. Essa substituição é, em alguns casos, essencial, assim como o timing em que a mesma é realizada ou a fase em que se realiza, enquadrando-se mais no conceito adjacente de manutenção predefinida.

Nesta matéria assume-se uma intenção de maximização de objectivos, através da minimização de riscos, contenção e prevenção dos mesmos. É, para isso, indispensável saber quais as intervenções que uma determinada infra-estrutura, com determinado conjunto de equipamentos e especificidades poderá necessitar periódica e pontualmente, assim como saber quais as implicações que as mesmas poderão induzir em sistemas dependentes, quer se opte ou não por accionar os mecanismos de intervenção. Será, portanto, indispensável dispor de conjuntos de equipas e meios preventivos adequados, devidamente formados e preparados para a execução de intervenções eficazes, capazes de minimizar riscos e evitar erros inerentes à falta de preparação humana e material ou à adequação de meios. Esta definição prévia da forma de accionar e de actuar dos meios pode, pela objectividade e experiência que a caracterizam, revelar-se importante na poupança de recursos, nomeadamente pela assertividade que a definição exacta de tarefas e estratégias lhe confere, bem como na definição de cadernos de encargos para as empreitadas, ou no controlo da despesa e encargos para o Dono de Obra.

Assim, um sistema de intervenção adequado deve complementar um eficiente mecanismo de identificação, capaz de monitorizar determinados pormenores, necessidades, valores e índices, para que o registo de eventuais variações seja identificado instantaneamente e possa, com toda a eficiência logística, despoletar automaticamente modos predefinidos de actuação perante uma inesperada

anormalidade. Estes mecanismos, quando accionados numa fase inicial, podem revelar-se muito importantes na contenção de efeitos e, consequentemente, na minimização de danos ou mesmo na marginalização dos seus impactos.

Ao contrário do que se verifica na Construção, pelo conjunto vasto de especificidades que apresenta, na indústria todos os componentes são avaliados e testados de forma a, probabilisticamente, serem considerados aptos e, assim, garantidas determinadas características, condições de segurança, de desempenho e de longevidade. Estas características ao longo do tempo, e com o decorrer da utilização e exposição a que os elementos e componentes estão sujeitos, tendem a perder eficiência e a reduzir os seus níveis de desempenho e por vezes a colocar em risco o desempenho de uma infra-estrutura ou a capacidade de resposta desta às funções para que se destina. É exactamente por esse motivo que a Manutenção Predefinida se reveste, indubitavelmente, de enorme importância, no que respeita, em particular, aos componentes, materiais e mecanismos constituintes dos sistemas. Desta forma, só através de uma análise periódica pode ser verificado o estado e a evolução dos mesmos, de forma a garantir a eficiência do desempenho ou a identificar alguma necessidade premente, assim como, em resposta, executar, definir e implementar um plano de intervenção adequado às necessidades identificadas e financeiramente válido.

Estas avaliações periódicas contribuem, certamente, para um garante de qualidade dos sistemas e, consequentemente, para o aumento da sua longevidade. Através dessas avaliações é possível, com a recolha histórica de elementos e acontecimentos, cadastrar intervenções e definir períodos de inspecção e intervenção adequados às condições e características do material, da utilização a que este está sujeito e das condições do local onde este se encontra. Deverá, no entanto, ser realizada uma análise ponderada, sempre de acordo com algumas especificidades, nomeadamente, a título de exemplo [29]:

- Características dos materiais;
- Informação e certificação dos fabricantes;
- Resultados e performances em ensaios;
- Locais de implementação;
- Localização da Construção;
- Presença e exposição a agentes agressores;
- Actividades e dependências;
- Desgaste susceptível;
- Exemplos similares conhecidos;

3.2.3. MANUTENÇÃO CORRECTIVA

Este grande campo da Manutenção caracteriza-se pela implementação de acções de carácter correctivo, tal como o seu nome indica. Consiste, assim, genericamente, num conjunto de intervenções perante um determinado acontecimento com vista a debelar algum problema, a solucionar alguma situação emergente, no fundo rectificar alguma situação anómala detectada.

O papel deste tipo de intervenções tem, à semelhança da Manutenção Preventiva, uma grande importância, quer pelo carácter delicado que pode conferir, como por exemplo, através da identificação de alguma falha processual ou de procedimento, quer pela necessidade urgente de actuação para debelar o problema, nomeadamente em caso de acidentes ou incidentes a que determinado elemento tenha estado sujeito ou sofrido, tal como colisões, abalos sísmicos, cargas excessivas, entre outros.

Em semelhança ao que acontece na Manutenção Preventiva, a Manutenção Correctiva requer um conjunto de preparações e planificações, contudo de índole diferente. Assim, enquanto na Manutenção Preventiva é definido um plano de intervenção e actuação mediante determinadas condicionantes (anteriormente descritas), na Manutenção Correctiva o planeamento tem principalmente importância ao nível das acções pela complexidade, grau de dificuldade e outras externalidades, como o tempo, o limite de meios e a escassez de recursos. Desta forma, para a realização deste tipo de acções é necessária a definição de piquetes de avaliação com elementos experientes, versáteis, capazes de analisar situações e adequar procedimentos a novas circunstâncias, bem equipados e munidos de meios e instruções claras de perfis de actuação. Então, devido ao à impossibilidade de previsão de acontecimentos devem ser adequados e definidos “procedimentos tipo”, isto é, um conjunto de directrizes que as equipas de intervenção devem seguir com o máximo de rigor possível, de forma a que, em primeira instância, seja processado a identificação e a recolha dos elementos capazes de analisar a situação identificada como a maior exactidão que as condições e condicionantes permitam, para que essa informação seja processada de acordo com um determinado grau de importância, urgência e limitação causada no equipamento ou no desempenho para que o equipamento está concebido. Após a recolha dessa informação, e de acordo com a estrutura de decisão instituída na entidade gestora ou responsável pela análise, deverão ser comunicados as devidas diligências de forma que seja definido o procedimento e a forma de actuação. Estes podem passar, nomeadamente, pela supressão de alguma função por questões de segurança, do encaminhamento de elementos para solicitação e concepção de um projecto adequado, ou mesmo pela decisão de intervenção e dos meios humanos, equipamentos e materiais a alocar à mesma de acordo com a avaliação de risco efectuada e dos condicionantes existentes, bem como dos custos (financeiros, não mensuráveis, de não qualidade, entre outros) associados ao procedimento.

Portanto, de forma a obter garantias de que todas as etapas se desenrolam com a maior fluência possível, surge a necessidade de garantir que todas as informações transmitidas e que todos os meios influenciadores de tomadas de decisão traduzem, com o maior rigor possível, a situação a debelar e as reais circunstâncias da mesma. Este sucesso apenas será possível com o recurso ao máximo de elementos e informação possível, ou seja, uma rede que possua e disponibilize o máximo de informação possível, genérica e específica, tal como plantas, projectos, meios de obtenção de valores, equipamentos de medição, horários de acontecimentos, ocorrências anteriores, limites e condicionantes de elementos, etc.; com um conjunto de meios humanos devidamente estruturado e hierarquizado, com poderes de decisão claramente definis; com meios humanos com formação adequada, treino específico, experiência e versatilidade, de preferência com conhecimento físico dos locais passíveis de serem intervencionados; com um conjunto de ferramentas e equipamentos ajustados aos utilizadores e aos materiais e produtos existentes nos locais, acessíveis e prontos para serem utilizados e, naturalmente, com as devidas garantias de qualidade e segurança; com mecanismos de obtenção e/ou armazenamento de componentes; entre outros [30].

3.2.4. CONTROLO DE CUSTOS

Do ponto de vista económico há, também, em conformidade com os pontos anteriores, a necessidade de utilizar um conjunto de elementos capazes de sustentar as decisões, elementos através dos quais seja possível traduzir e perspectivar cenários, assim como, identificar mais-valias, dificuldades e necessidades expectáveis. Só com recurso à análise concreta de elementos poderá, assim, ser possível tomar decisões consolidadas, avaliar custos efectivos e simular diferentes soluções para a mesma situação. Essa análise permitirá aferir com maior rigor quais os cenários que apresentam melhores

indicadores e que do ponto de vista estratégico se revelam mais convenientes para a definição do plano de intervenção [31].

Esta gestão da produtividade dos sistemas poderá, em suma, traduzir-se em poupanças económicas muito significativas, em redução das necessidades de utilização de todo o tipo de recursos e reflectir-se, aos mais diversos níveis, na diminuição dos custos efectivos e em ganhos qualitativos globais maiores.

3.3. MANUTENÇÃO EM PONTES

Quanto maior a complexidade de uma infra-estrutura ou equipamento, maior a dificuldade de controlar as externalidades a que esta está sujeita e, por isso, maior se revela a necessidade de implementação de medidas que visem a garantia que o desempenho das funções a que esta se destina não são colocadas em causa ou têm um risco de o ser o mais controlado.

Relativamente a infra-estruturas de grandes dimensões, como pontes, barragens, túneis ou outro tipo de elementos que possuam dimensões e características fora do comum, as necessidades de intervenção ganham outra importância. Isto acontece quer pelo papel conferido à sua utilização, nomeadamente por constituírem, em alguns casos, importantes valias a nível social e económico, quer pelo efeito semelhante ao que na Medicina se denomina como Efeito Placebo, que pode originar, pela criação de sensações ou estímulos baseados em interpretações fisiológicas por parte dos utilizadores, sensações positivas ou negativas relativamente aos níveis de segurança, às condições de conforto e de utilização e influenciar a sua predisposição para utilização das infra-estruturas/equipamentos. Nestes casos, é necessário ter uma abordagem dirigida para o utilizador comum, isto é, um indivíduo que não possua qualquer tipo de formação ou real conhecimento sobre as áreas que constituem o sistema deve, numa situação de primeiro impacto e análise do sistema, despertar um conjunto de estímulos que lhe criem um pensamento de confiança, estabilidade e segurança e, por razões de sustentabilidade, nunca o seu inverso. A não concepção deste panorama poderá implicar algumas quebras nos índices de utilização e subvalorizar o potencial que determinado equipamento, sistema ou infra-estrutura possa conferir sobre os diferentes pontos de vista.

3.3.1 SISTEMA DE GESTÃO DE OBRAS DE ARTE – GOA

O nome do sistema GOA surge como abreviatura da denominação Gestão de Obras de Arte. Tal como o seu nome indica, trata-se de um sistema de Gestão que permite realizar uma série de processos de apoio à Gestão de infra-estruturas.

Este sistema foi desenvolvido em Portugal pelo Grupo BETAR, um grupo com mais de trinta e cinco anos e com vasta experiência no campo da Engenharia, nomeadamente nos campos da Realização de Estudos e Projectos e na Gestão, Inspeção e Supervisão de Obras de Arte [32].

A utilização de um sistema de gestão de obras de arte trata-se da aplicação de um software informático capaz de deter variados tipos de informações à infra-estrutura. Tal como será indicado mais adiante neste documento, este sistema tem a particularidade de dispor de vários módulos importantes para a prossecução dos objectivos que pretendemos.

Os Módulos do sistema informático GOA são:

- Inventário
- Inspeção Principal

- Classificação, por prioridade, dos trabalhos de reparação
- Estimativa de Custos
- Inspecção de rotina/ Manutenção
- Ajuste Orçamental
- SIG – sistema de Informação Geográfica
- Controlo de Transportes Especiais
- Histórico
- Consultas
- Planeamento financeiro

O sistema é, portanto, uma potente ferramenta, que aliada à experiência neste domínio, se revela essencial para a garantia dos níveis de serviço, pois, agrega um conjunto de funcionalidades capazes de permitir a disponibilidade imediata de relatórios de inspecção para o conhecimento do estado de uma obra ou de um conjunto pré-definido; de um conjunto maior de informação acerca das obras de arte para consulta pelo Dono de Obra; de relatórios de avaliação das patologias existentes; a previsão de verbas necessárias para a realização de obras de reparação e manutenção; uma selecção criteriosa dos materiais e tecnologias de reparação a adoptar; assim como o cumprimento das normas europeias através da fiscalização exaustiva dos trabalhos. No fundo o seu objectivo primordial passa pelo aumento da durabilidade das infra-estruturas que gere, conhecendo o seu passado e prevendo necessidades futuras [33].

A utilização deste software não se restringe à instituição que o desenvolveu, na verdade, este sistema é amplamente utilizado em território nacional. São, por exemplo os casos da Manvia, responsável pela Gestão da Infra-estrutura do Metro do Porto, o caso da REFER, exemplo mais à frente exposto e responsável por um vasto parque de obras de arte, da maioria das concessionárias de auto-estradas, como, por exemplo, a AENOR – Auto-estradas do Norte S.A., a LUSOS CUT – Auto-estradas da Costa de Prata, S.A. e a Brisa – Auto-estradas de Portugal, entre outros [34].

Pegando no exemplo da Brisa, a empresa tem desenvolvido estratégias que só são possíveis com o auxílio de ferramentas especiais, como é o caso deste software que permite, assim, preservar o investimento no parque de obras de arte, conhecer o seu estado, planear acções de inspecção, planear e orçamentar as acções de conservação de forma hierarquizada de acordo com as disponibilidades financeiras. O seu organograma de funcionamento é apresentado na Figura n.º 11.



Fig. 11 – Organograma do Sistema de Gestão de Obras de Arte da Brisa [35]

Com este sistema já implementado, a Brisa tem, ao longo dos últimos anos, definido estratégias para a alargar os seus campos de actuação, aumentando o espectro de áreas de actividades. Antigamente restringia-se às áreas da construção e da exploração das auto-estradas onde, em Portugal goza de enorme prestígio, mas actualmente actua também em áreas mais diversificadas nomeadamente no panorama dos transportes. Estas áreas são geridas por uma empresa do grupo, a BEG - Brisa Engenharia e Gestão, uma empresa de Gestão de Projectos que entra em campos como o ferroviário e o portuário, trabalhando com diversas autarquias, com a Estradas de Portugal com a própria REFER [36].

Do ponto de vista da operacionalidade, a Brisa dispõe dos meios necessários e suficientes para manter todos os equipamentos de segurança da AE, em perfeitas condições de utilização. Existe inclusive um Manual para a Implementação da Segurança e Saúde no Trabalho da Construção e um Manual de Operação e Manutenção que estabelece, este último, as normas e procedimentos que a área de operação tem de respeitar e fazer cumprir no decorrer da sua actividade. Dispõe, para além disso, de um sistema que regista e trata a informação das ocorrências verificadas nas auto-estradas, o que permite, para além do adequado tratamento estatístico de toda a informação, a atempada identificação de situações que possam carecer de medidas correctivas.

A Brisa tem igualmente primado, igualmente pela inovação. Uma demonstração disso mesmo é o desenvolvimento do Projecto SMARTE em conjunto com o INESC Porto, com a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e a com Agência da Inovação, que consiste na definição de um sistema de monitorização remota para a prevenção e apoio à manutenção e gestão de obras de arte. Uma vez instalado, este sistema permitirá a obtenção de informação em tempo real, traduzida com recursos a gráficos e esquemas, sendo que a definição de valores limites de segurança para determinadas grandezas medidas permitirá a geração de alertas sempre que forem atingidos esses níveis. Outra vantagem deste sistema prende-se com a detecção atempada de eventuais anomalias ou situações críticas, prevendo situações e permitindo uma actuação em antecipação e reduzindo custos associados a deslocações e inspecções [36].

3.4. EXEMPLOS EMPRESARIAIS

Actualmente em Portugal, assim como noutros países, recorre-se à realização de concessões para determinadas infra-estruturas é prática corrente. Por norma obras lançadas pelo estado têm que ser atribuídas ou concessionadas a empresas privados ou público-privadas por falta de meios mas também como forma de estimular a economia e a independência dos sistemas.

De seguida serão apresentados três exemplos deste tipo de concessões, neste caso as duas primeiras a cargo do Grupo Barraqueiro [37] e a última da responsabilidade da REFER [38].

3.4.1. GRUPO BARRAQUEIRO

No que refere ao Grupo Barraqueiro serão apresentados dois exemplos de concessões [39].

A primeira consiste numa concessão na Grande Lisboa, isto é, para o Transporte Suburbano de Passageiros e na Exploração e Manutenção dos Equipamentos relativos ao Eixo Ferroviário Norte/Sul, responsabilidade a cabo da Fertagus [40] até ao ano 2019. Esta concessão contempla vários quilómetros de via e o troço correspondente ao tabuleiro ferroviário da ponte 25 de Abril.

A Direcção de Manutenção da Fertagus [40] encontra-se organizada segundo processos de Manutenção Preventiva, Manutenção Curativa e Manutenção de Instalações e Equipamentos Oficiais,

possuindo um Sistema Integrado de Gestão – SIG próprio como instrumento para a melhoria continua dos serviços prestados. "Nestes processos são monitorizados indicadores fundamentais que avaliam o desempenho da organização e que medem a fiabilidade, disponibilidade, incidentes com o material circulante, controlo do plano de manutenção, qualidade do ponto de vista do passageiro, custos de manutenção, qualificação e tipificação de avarias, disponibilidade das instalações e controlo dos serviços contratados." [39].

Esta empresa desenvolveu processos que actualmente a permitem realizar operações de forma faseada, com metodologias específicas e evitando que as composições de veículos fiquem indisponíveis durante um largo número de horas e que, consequentemente, altere as condições de utilização e tenha implicações sobre as necessidades do sistema. Este faseamento permite que as operações previsíveis de ser mais demoradas sejam processadas em horário nocturno. Permite também que outras questões mais correntes ou que requeiram períodos de intervenção menos longos se processem durante o período de circulação das composições, nomeadamente em fases de abastecimento, mudança de linha ou em períodos entre viagens, não afectando o seu normal funcionamento e garantido, assim, que os níveis de qualidade e segurança das tarefas executadas se mantêm ao nível do pretendido pela instituição.

O grupo está também responsável pelo Metro Sul do Tejo – MST [41] até ao ano de 2032. Trata-se de um metropolitano de superfície que opera na margem sul do Tejo, em particular nos conselhos de Almada, Seixal e Barreiro.

Segundo os administradores Cristina Vasconcelos e Victor Alves [39], num projecto com vista a uma duração de 30 anos, o Grupo Barraqueiro assumiu um desafio, que se iniciaria na fase de projecto, conterà toda a fase relativa à construção das infra-estruturas e contemplará até à posterior fase de exploração.

Para a MST a manutenção das infra-estruturas e equipamentos revela-se um papel importante na gestão do sistema. Existem, por isso, de acordo com a política da organização, um conjunto de princípios a cumprir de forma a fazer garantir os seguintes requisitos base para a instituição:

- "Garantir o nível especificado de segurança relacionada com o sistema;
- Proporcionar fiabilidade e conforto;
- Restabelecer o Serviço Comercial agendado, tão rapidamente quanto possível após a ocorrência de uma falha que causou exploração em regime degradado;
- Garantir a eficácia dos serviços de manutenção." [39]

Segundo a empresa apenas com estes objectivos claramente definidos é que se torna possível implementar as medidas necessárias para a boa execução dos trabalhos. Desta forma, a própria empresa criou uma figura, apresentada em seguida, a Figura n.º12 [39], com uma clara definição dos diferentes tipos de manutenção que considera e da forma como a sua realização deve funcionar, antevendo efeitos sobre o funcionamento da estrutura.

Tipo de Manutenção	Definição	Relação com o funcionamento
Manutenção Preventiva	Manutenção levada a cabo a intervalos pré-definidos ou de acordo com critérios prescritos, que se destina a reduzir a probabilidade de ocorrência de falhas ou a deterioração do funcionamento de um item.	É planeada de forma a não interferir com o Serviço Comercial, ou seja, de forma a que a manutenção do veículo possa ser efectuada entre as horas de ponta.
Manutenção correctiva	Manutenção levada a cabo após a identificação de uma falha, que se destina a colocar o equipamento em questão num estado em que possa desempenhar a função a que se destina.	Poderá haver interferência a nível das operações. A Manutenção correctiva agendada (reparação) poderá exigir que sejam efectuados ajustes a nível do Serviço Comercial (por ex.: substituição da OCL ou da via)
Manutenção Agendada	Manutenção preventiva levada a cabo de acordo com um horário estabelecido.	A Manutenção agendada pode ser preventiva e correctiva. Devido à curta duração da pausa nocturna as intervenções de manutenção exaustivas poderão interferir com o Serviço Comercial.
Manutenção não agendada	Manutenção levada a cabo não de acordo com um horário estabelecido mas após a recepção de uma indicação relativa ao estado de um determinado item.	A Manutenção não agendada é normalmente a manutenção correctiva que, na maior parte dos casos, interfere com o Serviço Comercial. O objectivo consiste em proporcionar ao (sub)sistema o mais rapidamente possível a recuperação da sua funcionalidade, retirada por motivo de falha ou acidente.

Fig. 12 – Tipo de Manutenção e caracterização [39]

Assim, para garantir que as intervenções são realizadas com eficiência e eficácia é necessário doutrinar uma série de aspectos, isto é, definir um vector para um planeamento perfeitamente encadeado, de definido de forma rigorosa e identificada para as mais diversas variáveis, nomeadamente:

- Identificação exacta de elementos e da sua constituição;
- Localização específica;
- Dependências e implicações no sistema global;
- Tempos de acesso;
- Execução e reposição;
- Implicações financeiras;
- Necessidade de meios e equipamentos;
- Condicionantes para execução das tarefas.

Este processo requer, certamente, um sistema de armazenamento associado totalmente actualizado, com um conjunto de elementos capazes de suprir as necessidades básicas e responder aos processos mais comuns. Deve existir também um conjunto de informação acerca de meios de resolução, tais como uma carteira de contactos para resolução de eventuais necessidades emergentes ou mesmo situações urgentes, como a encomenda de elementos, equipamentos ou mecanismos directamente a fabricantes ou armazenistas. A garantia de execução dos trabalhos deverá contemplar equipas de

intervenção polivalentes e com um conjunto de meios capaz e bem definido, com elementos com formação profissional adequada, capacidade de interpretação das informações, preferencialmente conhecedoras dos locais, conhecedoras dos princípios normativos para actuação e processos de intervenção de acordo com o prescrito na lei, adequadas às normas em vigor e às directivas definidas pela empresa. Devem de igual modo possuir valências técnicas e competência para desenvolver procedimentos técnicos que sejam necessários adoptar no caso de surgirem situações imprevistas ou não identificadas previamente. Deverá ainda existir um arquivo de informação com toda a documentação existente, actualizado e com toda a informação relacionada com uma possível intervenção independentemente da sua natureza. Sempre que surjam alterações aos processos estes devem ser actualizados com a maior brevidade e para isso será necessário dispor de um mecanismo de processamento dessa informação bem articulado com os responsáveis das intervenções de forma a serem debelados eventuais erros ou emitidas informações processuais importantes. No fundo todos estes processos de manutenção requerem, tal como indica o artigo referido anteriormente, "uma preparação logística pormenorizada" [39].

3.4.2. REDE FERROVIÁRIA NACIONAL - REFER, EPE

3.4.2.1. Caracterização

A REFER é, a nível nacional uma empresa em destaque no que respeita ao sector da ferrovia. Quer pelo importante desempenho que tem na gestão e na organização da infra-estrutura integrante da rede ferroviária nacional, quer pela postura que assume ao longo dos anos com um papel de destaque no desenvolvimento nacional.

Actualmente as áreas de actuação desta empresa incluem os desígnios seguintes:

- A construção, instalação e renovação da infra-estrutura ferroviária;
- A gestão da capacidade da rede;
- O comando e controlo da circulação;
- A conservação e manutenção da infra-estrutura.

Na Rede Ferroviária Nacional existem 2379 pontes e, como naturalmente, um vasto universo de situações específicas que as caracterizam e constituindo, sem dúvida, parte relevante do património ferroviário do país. No que respeita ao tipo de estrutura, encontra-se na tabela seguinte, a Tabela 1 a sua distribuição.

Tabela 1 – Tipos de Estruturas das Pontes da Rede Ferroviária Nacional [38] [42]

Tipo de Estrutura	N.º de Pontes
Alvenaria	850
Metálicas	631
Betão Armado e/ou pré esforçado e mistas	898
Total	2379

Além das pontes referidas existem mais 258 pontes ferroviárias desactivadas que, naturalmente, continuam a merecer a atenção e os cuidados necessários, nomeadamente com base em iniciativas de

inspecção. Um dos casos mais conhecidos destas pontes desactivadas é a ponte com o maior arco metálico construído pela Casa Eiffel, em 1877, a emblemática Ponte Maria Pia, no Porto, que foi recentemente objecto de reabilitação.

3.4.2.2. Plano estratégico

A REFER opera directamente com o Gabinete de Investigação de Segurança de Acidentes Ferroviários – GISAF [43], criado com a publicação do Decreto-Lei nº 210/2006 [44], directamente sobre a alçada do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestre – IMTT e cujas funções e disposições são descritas pelo Decreto-Lei nº. 395-2007 [45], sendo que estas passam por uma análise e investigação continuas dos acidentes, incidentes e ocorrências relacionados com a segurança dos transportes ferroviários. Esta investigação prevê a determinação de causas e, consecutivamente, a elaboração e publicação dos respectivos relatórios com vista a estabelecer um conjunto de recomendações em matéria de segurança com o pressuposto base de reduzir a sinistralidade ferroviária. Assim, além do desenvolvimento de actividades de investigação técnica de acidentes e incidentes ferroviários, do apuramento das causas e da formulação de recomendações, o GISAF funciona com uma componente fiscalizadora da correcta implementação dessas medidas, como garante duma análise da conformidade permanente dos sistemas de transporte ferroviário.

Desta forma, no que respeita ao campo da Manutenção, a REFER assegura o planeamento estratégico das actividades de manutenção e conservação, de forma a garantir que estas são realizadas de acordo com a normalização e procedimentos previsto, incluindo para o efeito processos de monitorização como forma de garantia do cumprimento dos planos estabelecidos e do estado de funcionamento da infra-estrutura. Um dos meios a que recorre para a realização deste tipo de intervenções consiste na elaboração de planos de manutenção das infra-estruturas, com base na utilização de ferramentas para análise de risco e modelos de degradação. Naturalmente que estes princípios não seriam conseguidos sem a implementação de acções de inspecção e diagnóstico, que incidam sobre as diferentes componentes da infra-estrutura, sempre apoiadas em equipamentos e técnicas evoluídas e com garantias de qualidade, como, por exemplo, pela utilização de veículos de inspecção da geometria de via, de veículos de conservação de catenária, de veículos de inspecção de pontes, denominados por DIP, de inspecções subaquáticas de pontes, etc.

Esta visão é partilhada pela REFER num documento intitulado “Governo da Sociedade” [46], onde são claramente identificadas as principais linhas de orientação da empresa, nomeadamente:

- A prossecução dos objectivos estratégicos da organização
- A utilização económica e eficiente dos recursos disponíveis
- A salvaguarda de activos da instituição
- A conformidade com a legislação e procedimentos em vigor
- A confiança da informação disponível.

Desta forma, como garante da concretização dos objectivos anteriormente dispostos, foi desenvolvido um sistema em que para cada situação de risco identificada está prevista a realização de uma estimativa da sua probabilidade de ocorrência, potenciais efeitos e responsáveis directos pelo seu controlo e gestão. Esse procedimento permite, assim, que sejam avaliadas as necessidades de implementação de medidas, mediadas de prevenção e mitigação de riscos a implementar com vista à melhoria efectiva das capacidades de resposta do sistema. Para a avaliação destes procedimentos foi criada pela instituição uma Comissão de Supervisão da Gestão de Risco, que reporta directamente ao Conselho de Administração e caracteriza-se pelas suas responsabilidades de:

- Identificar e caracterizar situação de má conduta;
- Avaliar os processos de gestão de risco instituídos em articulação com os responsáveis operacionais;
- Emanar orientações estratégicas referentes ao processo de gestão;
- Supervisionar e verificar o funcionamento eficaz e eficiente dos processos de gestão de risco;
- Elaborar um relatório anual de execução do plano de prevenção de riscos de gestão;

Apesar deste tipo de organização e gestão de controlo interna e independente ser apenas possível para instituições com dimensões consideráveis aos mais diversos níveis, os conceitos e as directrizes que fundamentam essas orientações constituem, inequivocamente, uma estratégia em linha com os objectivos da instituição e trata-se, por isso, de um exemplo a tomar em consideração para a aplicação prática de sistemas de gestão de infra-estruturas.

3.4.2.3. A Manutenção

No que respeita em particular ao campo da manutenção, tem-se verificado um forte investimento na modernização da infra-estrutura ferroviária. Têm, inclusive, sido lançados alguns programas de intervenção nestas áreas, como indica o exemplo recente de Abril de 2010, em que a REFER lançou um concurso público no valor de cinco milhões de euros para a reabilitação de duas pontes metálicas para a linha da Beira Baixa. Essas iniciativas prendem-se pelas necessidades de proceder a melhorias globais do sistema disponibilizado aos utilizadores da ferrovia mas também ao aumento substancial da quantidade de equipamentos a manter (em particular, com o aumento da electrificação e da sinalização electrónica ou da necessidade de recurso a novos materiais [47]) que tornou todo o processo de manutenção mais complexo. Esta necessidade surge também como consequência do aumento das exigências verificado no mercado de transportes, associadas em parte aos condicionantes da actividade de conservação, tal como no caso da Fertagus, com a predominância de realização de trabalhos nocturnos ou curtos intervalos de tempo, o que implica uma maior necessidade de recurso a técnicas que viabilizem a execução de forma a maximizar as disponibilidades da infra-estrutura para a circulação, não prejudicando a qualidade do serviço, entre outros ao nível da pontualidade e do conforto.

Segundo divulga a instituição todas as actividades de manutenção e conservação da infra-estrutura ferroviária constituem uma preocupação fundamental da empresa, enquanto forma de garantir fiabilidade e da segurança dos sistemas e da circulação ferroviária. É igualmente uma forma de cumprimento dos requisitos de qualidade, cada vez mais exigente, e de garantir uma aposta contínua na inovação e melhoria permanente de todo o sistema [38].

“Neste contexto, a inspecção e a monitorização sistemática do comportamento da infra-estrutura, recorrendo aos equipamentos e métodos mais avançados de diagnóstico, são particularmente importantes para a definição de um planeamento eficaz das actividades de manutenção e conservação” [38].

De igual forma, também a REFER, como forma de responder às exigências da área da Manutenção subdivide a sua estrutura em três grandes tipos de acções:

- “Manutenção preventiva sistemática – trabalhos de inspecção, diagnóstico e intervenções de rotina sobre os equipamentos e instalações, com periodicidades pré-definidas, de modo a conhecer as condições em que se encontram e reduzir a sua probabilidade de avaria;

- Manutenção preventiva condicionada – trabalhos de regeneração, de forma planeada, em resultado de observações e diagnóstico obtidos no decurso dos trabalhos de manutenção preventiva sistemática, de modo a garantir a funcionalidade e a aptidão dos equipamentos e instalações;
- Manutenção correctiva – destinada a reparar avarias ou funcionamentos deficientes ocorridos em serviço.”. [38]

Um dos procedimentos base para a realização dos processos acima indicados caracteriza-se por um conjunto de acções periódicas de inspecção do sistema de pontes ao serviço ferroviário. Recorre-se a procedimentos de detecção de anomalias por reconhecimento visual detalhado das estruturas, através de ensaios não destrutivos, pelos levantamentos topográficos e hidrográficos, nivelamentos e inspecções subaquáticas, entre outros, o que permite que seja desenvolvido um processo de manutenção eficaz e, sempre que se justifique, sejam realizadas intervenções mais profundas de reabilitação, que dentro do possível beneficiam de um planeamento capaz de minimize as interferências com a circulação das composições.

Assim, com os trabalhos de manutenção reduz-se a probabilidade de ocorrência de avarias ou anomalias e mantém-se a vida útil das pontes num estado estacionário, nomeadamente, através de “acções de limpeza geral das estruturas, nivelamento e lubrificação de aparelhos de apoio, desobstrução dos sistemas de drenagem, protecção anticorrosiva das pontes metálicas, protecção das fundações de pilares e encontros, impermeabilização de tabuleiros, incluindo reforço ou substituição de componentes da ponte para reposição das condições iniciais de serviço.” [38].

3.4.2.4. Os materiais

No que respeita aos materiais utilizados nas reparações, nas operações de manutenção ou mesmo nas inspecções não pode tratar-se, segundo a REFER de matérias convencionais. As ferramentas, os componentes e as técnicas utilizadas devem obedecer a rigorosos processos de homologação. Ou seja, todos materiais, equipamentos, sistemas e tecnologias devem ser escolhidos e administrados de acordo com um conjunto de especificações técnicas e requisitos normativos produzidos para o efeito. Portanto um acompanhamento das tecnologias e equipamentos capazes de garantir o maior rigor e eficiência possíveis na execução de tarefas deve ser um dos desígnios adoptados, assim como uma definição e revisão periódica de orientações comuns para a criação de documentos normativos ou reguladores, estabelecendo para o efeito planos anuais de normalização dos processos, actividades e serviços necessários à gestão da infra-estrutura ferroviária.

Todos esses processos e normativas devem, evidentemente, respeitar todas as especialidades da engenharia ferroviária, podendo abranger, por exemplo, tolerâncias dos parâmetros geométricos de via ou das juntas dos carris, a elaboração de guias e manuais de aplicação de sinalética nas estações ou de sinalização nos atravessamentos do caminho-de-ferro, especificações técnicas para a recepção de carril, equipamentos de sinalização, mesas de comando ou para interligação com o sistema CONVEL, etc.

Neste âmbito, a REFER participa, com os seus recursos humanos especializados, em grupos de normalização nacionais, designadamente “na CT 143 – Aplicações Ferroviárias, e internacionais, na UIC – União Internacional de Caminhos-de-Ferro, EIM – Gestores de Infra-estrutura Europeus / ERA – Agência Ferroviária Europeia e CEN – Comité Europeu de Normalização.” [38]

3.4.2.5. Projectos de Investigação e Desenvolvimento

A REFER tem definida uma atitude no mercado que passa pela colaboração e participa activa em projectos de Investigação e Desenvolvimento. Actualmente encontra-se associada a dois projectos de âmbito europeu, são eles:

- INTERAIL - “Development of a novel integrated inspection system for the accurate evaluation of the structural integrity of rail tracks”

Este projecto foi aprovado no “âmbito do 7º Programa Quadro – Investigação, Desenvolvimento Tecnológico e Demonstração / Transportes, tendo como objectivo o desenvolvimento de um sistema integrado para inspecção de carris a alta velocidade, através da utilização de várias técnicas complementares a integrar no veículo de inspecção.” [38]

Os resultados com o desenvolvimento deste programa consistem na obtenção de um equipamento de inspecção automatizado de alta velocidade, capaz de integrar num único veículo várias técnicas de controlo não destrutivo, o desenvolvimento de equipamentos manuais para inspecções mais rápidas e eficientes e o desenvolvimento de procedimentos de formação e certificação.

O consórcio em causa é constituído por treze parceiros de toda a Europa, com a presença de três empresas do Reino Unido, duas Italianas e duas Belgas, uma empresa Francesa, uma Cipriota, uma Grega, uma Sueca e, por fim, duas empresas nacionais, claro está, a REFER e o Instituto Superior de Qualidade – ISQ.

O projecto terá a duração de três anos e um custo total de 5,2 milhões de euros, sendo financiado pela Comissão Europeia num valor de cerca de 50%.

- DURATI NET - “Network for Durable transport Infrastructure in Atlantic Area”

Igualmente de componente europeia, este projecto foi aprovado no âmbito do Programa Transnacional Espaço Atlântico 2007 - 2013, e conta com a participação de dezassete entidades, cinco Francesas, duas Irlandesas, uma do Reino Unido, três Espanholas e cinco de origem Portuguesa.

O principal objectivo é a constituição desta plataforma foi a necessidade de partilha de conhecimentos, em específico na área da durabilidade das infra-estruturas de transportes (betão armado e aço), em particular, no que se refere à manutenção e reparação de danos devidos a degradação dos materiais estruturais em regiões próximas da costa atlântica.

Como resultado, pretende-se a construção de uma base de dados capaz de congrega toda a informação existente nestas matérias, assim como o desenvolvimento de conjuntos de recomendações baseadas em diagnósticos, tipos de danos, técnicas de inspecção e de reabilitação.

A duração do projecto será de três anos e terá um custo total de cerca de 2,5 milhões de euros, financiados pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional – FEDER a 65 %.

3.4.3. GRID - CONSULTAS, ESTUDOS E PROJECTOS DE ENGENHARIA, LDA.

Apesar de não figurar no leque das empresas mais badaladas na área da construção, para a análise em causa, a GRID [48] apresentará um contributo interessante. Fundada há cerca de trinta anos, conta actualmente com projectos em todo o Mundo, enveredando na componente da Internacionalização no

mercado das ex-colónias mas também no Médio Oriente e no Uruguai. É uma empresa especializada na área de estruturas, normalmente caracterizadas pela sua complexidade, como são o caso das pontes, dos túneis e de outras estruturas especiais, em particular estruturas para estádios. Dedica-se essencialmente à área de projecto e consultoria mas também desempenha actividades de fiscalização e planeamento de obras.

A empresa GRID realizou no âmbito do projecto da REFER para a Modernização da Linha do Sul um conjunto de projectos relativos às obras de arte ferroviárias existentes nesta linha, a ex Linha do Sado, tais como avaliação de pontes, projectos de reforço, projectos de concepção de novas obras de arte, entre outros. Contudo, para a execução destes projectos foi necessário analisar ao pormenor o panorama existente, isto é, aferir quais as reais necessidades que a Linha do Sul preconizava, que condicionantes locais existiam e, no sentido de avaliar a adequação do existente ao projecto realizar, uma definição detalhada das características, estado e condições das obras de arte existentes. Uma avaliação histórica destes elementos, nomeadamente pela análise de um conjunto de documentação relativa ocorrências e a anteriores intervenções, revela-se igualmente necessário.

Para uma correcta avaliação do panorama existente e de forma a caracterizar correctamente cada elemento analisado foi definido, pela empresa, um algoritmo de actuação, baseado numa análise por tramos independentes, especificado na referida edição n.º 33 da Revista FERXXI [49].

A metodologia em causa, adoptada nestes estudos, compreendeu as seguintes etapas:

- “Análise estrutural, caracterização de acções, efeitos dinâmicos e verificações de segurança, com base nos elementos de projecto existentes nos arquivos da REFER;
- Inspeções visuais para a confirmação do dimensionamento dos vários elementos estruturais e para identificação de anomalias;
- Ensaios laboratoriais para definição do comportamento à fadiga do material;
- Observação da estrutura através de ensaios dinâmicos “in situ” para determinação das características dinâmicas e aferição dos modelos numéricos de análise estrutural;
- Análise dinâmica de interacção entre o material circulante e a estrutura, considerando o comboio real e as velocidades de projecto adoptadas (que excedem os limites de validade para a consideração simplificada de efeitos dinâmicos);
- Relatório Final, com identificação das necessidades de reforço e avaliação técnico-económica das soluções.” [49]

Ora este conjunto de iterações permite liminarmente obter uma descrição da composição e do estado das infra-estruturas, que com a elaboração de um relatório final permite a definição exacta dos acontecimentos, evitando perdas de informação e facilitando a sua apreciação futura e a análise histórica dos elementos. Temos, portanto, uma boa definição de um plano iterativo de análise de actuações, o que será tido em consideração na definição da metodologia de intervenção, apresentada no capítulo seguinte.

3.4.4. ESTRADAS DE PORTUGAL

A Estradas de Portugal – EP [50] é uma entidade que dispensa apresentações relativamente à sua importância na rede de comunicação terrestre nacional.

Com capitais exclusivamente públicos esta empresa tem como objectivo a, conservação, exploração, requalificação e alargamento das vias que integram a Rede Rodoviária Nacional mas contempla igualmente a gestão de situações relativas à concepção, projecto, construção, financiamento,

conservação, exploração, requalificação e alargamento das vias que constituem a Rede Rodoviária Nacional Futura.

Esta entidade, impar a nível nacional tem a sua estratégia orientada segundo quatro vectores principais, são eles:

- Assegurar a sustentabilidade financeira de acordo com o modelo de financiamento governamental instituído;
- Contribuir para a redução dos níveis de sinistralidade rodoviária e para a sustentabilidade ambiental;
- Promover, dinamizar e contribuir para a Construção da Rede Rodoviária Nacional;
- Garantir as condições de conservação e utilização da Rede Rodoviária Nacional.

Ora, tal como indica o último objectivo definido, é da competência deste organismo garantir que os níveis de serviço estipulados para cada estrada são cumpridos de acordo com as Bases de Concessão estabelecidas, assim como, estabelecer um plano de intervenções apara as infra-estruturas e equipamentos a seu encargo, de forma em linha com as melhores práticas sejam garantidas os níveis de eficiência de custos de exploração e manutenção da Rede Rodoviária Nacional.

Tal como nos exemplos anteriores são igualmente exigidas garantias na execução dos trabalhos, seja ao nível da qualidade, seja ao nível da segurança ou do ambiente. Isto requer, naturalmente um olhar atento a toda a rede de forma a antecipar problemas, a solucionar incidentes ou acidentes garantindo para os níveis de serviço mesmo nas situações mais complicados.

É expectável que todo o sistema relativo à Rede Rodoviária Nacional seja extremamente complexo, quer pelo número de quilómetros que a constituem, quer pela diversidade de perfis, trajectos, sinalização, características das vias, etc. Em comparação com o que acontece no campo do ferroviário, o campo rodoviário não dispõe da mesma possibilidade de controlo sobre determinados factores, nomeadamente no que respeita aos períodos de utilização, ao controlo de acidentes, etc., o que atribui à gestão deste tipo de infra-estruturas um carácter ainda mais exigente.

Tem-se revelado apanágio das Estradas de Portugal uma preocupação específica acerca das Obras de Arte e das Estruturas Especiais, com uma preocupação crescente no que respeita aos trabalhos de manutenção e conservação sobre as mesmas. Esta preocupação está em linha com a postura que a empresa tem apresentado nos últimos anos, isto é, com uma atitude mais atenta e interventiva no campo da conservação das estradas, nomeadamente pela realização, entre outros, de trabalhos de conservação de pavimento, de bermas e valetas, de passeios, de nós e intersecções, ilhéus e separadores, de taludes, de rede de vedação, actividades ambientais e de segurança e actividades Invernais.

De acordo com o indicado no seu site [50], cabe a esta área das Obras de Arte e das Estruturas Especiais a responsabilidade pelo desenvolvimento de todas actividades essenciais à definição e estudo do sistema de pontes, obras de arte e estruturas especiais, assim como, organizar o lançamento de projectos, a sua construção e realização do respectivo controlo de qualidade. O seu papel é válido também na fase pós-construção, isto é, no que respeita à exploração é responsável pela definição e gestão do sistema das inspecções às obras de arte, assim como pela coordenação das intervenções de conservação, reabilitação ou de grande manutenção realizadas.

Nos últimos anos esta preocupação tem sido demonstrada através do investimento neste tipo de infra-estruturas em diversos pontos do território nacional. Alguns exemplos específicos destas actividades são as obras na ponte 25 de Abril e a ponto metálica em Peso da Régua que traduzem, com características diferentes, algumas das actividades a cabo desta área.

Para o ano de 2010 previa-se um investimento de quase trinta e cinco milhões de euros destinado exclusivamente à conservação de obras de arte, um valor que tem sofrido aumentos consideráveis desde 2007 e que se encontram descritos na tabela seguinte, a Tabela 2:

Tabela 2 - Investimento em Reabilitação de Obras de Arte pelas Estradas de Portugal [50] [42]

Ano	Volume de investimento (milhões de €)
2007	13,9
2008	33,3
2009	24,5
2010	35,2

Tal como demonstra a Tabela 2 desde 2007 tem-se assistido ao aumento de investimento na conservação destas infra-estruturas, com valores para o ano de 2010 a registar um aumento próximo dos 150%. Este investimento está, segundo a Estradas de Portugal em linha com os objectivos da empresa, sendo que, cumulativamente, estão ao longo dos últimos anos a ser levadas a cabo inspecções a todas as obras de arte, ou seja, vários milhares de inspecções secundárias e principais, num universo de quase cinco mil obras de arte que se encontram actualmente sob a alçada da EP. Também no que refere às inspecções subaquáticas, em 2010 foi lançada uma campanha que inclui a recolha de provetes e sua posterior análise no Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC. Este facto tem como objectivo permitir uma monitorização mais rigorosa destas infra-estruturas, possibilitando a análise de fenómenos ou a precipitação de acontecimentos.

Também através do recursos a estas inspecções tem sido possível identificar algumas situações que carecem de intervenções, algumas imediatas, como é o caso de algumas estruturas actualmente desactivadas, outras de intervenção a curto, médio ou a longo prazo, possibilitando uma avaliação das situações e, assim, a definição de um plano de intervenção adequado aos recursos disponíveis e aos riscos identificados.

Como forma de análise desses mesmos riscos a EP desenvolveu um Plano de Gestão de Riscos que se baseia numa caracterização segundo dois parâmetros de avaliação distintos, a Probabilidade de ocorrência e a Gravidade das Consequências. Estas caracterizações encontram-se descritas na figura seguinte, a Figura n.º 13 [51].

	Baixa (1)	Média (2)	Alta (3)
Probabilidade (PO)	Possibilidade de ocorrência mas com hipóteses de obviar o evento com o controlo existente para o tratar	Possibilidade de ocorrência mas com hipóteses de obviar o evento através de decisões e acções adicionais	Forte possibilidade de ocorrência e escassez de hipóteses de obviar o evento mesmo com decisões e acções adicionais essenciais
Gravidade da Consequência (GC)	Dano na optimização do desempenho organizacional, exigindo a recalendarização das actividades ou projectos	Perda na gestão das operações, requerendo a redistribuição de recursos em tempo e em custos	Prejuízo na imagem e reputação de integridade institucional, bem como na eficácia e desempenho da sua missão.

Fig. 13 – Caracterização da Avaliação de Riscos [51]

Na Figura n.º 14 [51] encontra-se um esquema de classificação graduado por cores em três diferentes níveis, de acordo com iminência das necessidades de intervenção. Este sistema de classificação de riscos trata-se de uma ferramenta muito importante na hierarquização de intervenções, sendo que, posteriormente, será especificado o modelo sugerido nesta dissertação mas que contará com paralelismos relativamente a este método.

		Probabilidade de Ocorrência		
		Baixa (1)	Média (2)	Alta (3)
Gravidade da Consequência	Baixa (1)	Fraco (1)	Fraco (1)	Moderado (2)
	Média (2)	Fraco (1)	Moderado (2)	Elevado (3)
	Alta (3)	Moderado (2)	Elevado (3)	Elevado (3)

Fig. 14 – Classificação da intersecção entre parâmetros [51]

A EP, na sequência da ferramenta de análise e gestão dos riscos admite uma grelha de possíveis acções específicas, nomeadamente:

- “Aceitar – não tomar qualquer medida adicional para controlo do risco
- Evitar – tomar medidas para eliminar o risco
- Prevenir – tomar medidas para reduzir a probabilidade de ocorrência ou reduzir a gravidade da consequência, ou ambos
- Transferir – transferência de risco para um terceiro” [50]

3.4.5. ANÁLISE DOS EXEMPLOS

Os exemplos indicados demonstram o funcionamento de alguns grupos perante a temática da manutenção ao nível da ferrovia, nomeadamente com indicação de princípios estabelecidos, directrizes e objectivos empresariais capazes de definir estratégias próprias viradas quer para os utilizadores, quer para a garantia das condições de operacionalidade com qualidade e segurança.

Os exemplos analisados referentes ao Grupo Barraqueiro [37], com dimensões mais reduzidas, apresentam uma semelhança com as necessidades do caso de estudo apresentado neste documento, indicando princípios e medidas adoptadas pelas instituições de forma a conseguirem garantir condições de sustentabilidade e qualidade dos seus serviços. Estes projectos, com expansão de certa forma algo limitada a nível de crescimento, são encarados pelas organizações com elevado nível de seriedade e sempre com uma perspectiva futura de melhoria das condições e serviços.

Tal como descrito ao longo do ponto 1.4.2., pode dizer-se que a REFER [38] possui, actualmente, um conjunto de características muito próprias, capazes de permitirem a sua estrutura que esteja preparada para os diferentes desafios emergentes, nomeadamente no que respeita a situações de segurança das suas infra-estruturas, qualidades dos serviços prestados, mas também pela capacidade para a realização de manutenção das condições de utilização dos seus serviços. É sem dúvida um exemplo a ter em conta no decurso deste trabalho.

O exemplo indicado relativamente à empresa de sociedade GRID - Consultas, Estudos e Projectos de Engenharia, Lda. [48], expõe claramente um processo tipo para a realização de intervenções em obras de arte. Neste caso a metodologia ia de encontro à necessidade de concepção de um novo projecto, realizado de raiz mas com os aproveitamentos que se revelassem possíveis, economizando recursos. O caso do Metro do Porto não se debruça sobre uma nova infra-estrutura mas sobre um conjunto de elementos existentes que são necessários cadastrar e sobre os quais é necessário definir um plano de intervenção de forma a garantir as condições de segurança, os índices de qualidade do serviço, assim como o seu correcto funcionamento.

Como foi possível analisar, a Estradas de Portugal [50], com uma panóplia de áreas que detém sobre sua alçada, tem desenvolvido estratégias no sentido de realizar um conjunto de intervenções em obras de arte, de forma planeada e com recursos a metodologias capazes de identificar quais as principais necessidades, isto é, as mais emergentes e despoletar o desenvolvimento de um processo de intervenção com vista à melhoria e à garantia das condições de segurança do sistema.

Assim, pelas bases que estas instituições têm implementado, pelas linhas orientadoras que caracterizam as suas estratégias e pelos modelos de inspecção e intervenção que adoptam, podemos considerar que estão reunidas as orientações estratégias elementares para a implementação de serviços de manutenção de forma bem definida, assentes em princípios de boas práticas e respeito pelas disposições normativas que lhe correspondem. Os exemplos apresentados serão certamente exemplos a ter em conta em diversos âmbitos para a elaboração desta dissertação, em específico para o estabelecimento de paralelismos com o caso prático em análise, o Metro do Porto.

3.5. Metodologia de intervenção

Neste trabalho será apresentado um modelo constituído por quatro pontos distintos que, de certa forma, estabelecem uma compilação dos pontos postulados anteriormente em categorias mais englobantes.

A metodologia de intervenção terá como objectivo, em primeiro lugar, caracterizar o sistema, desenvolvendo um mecanismo capaz de informar a entidade gestora da infra-estrutura de toda a história, das condições presentes e das perspectivas futuras para a mesma. Terá igualmente que permitir uma avaliação de intervenções, uma caracterização específica de acontecimentos mas, sobretudo, também, uma identificação de ocorrências padrão e de necessidades emergentes. Este ponto só será possível aferir, expectavelmente, após alguns anos de observação e análise de um conjunto de elementos correctamente cadastrados. Desta forma, será uma ferramenta que se pretende que seja capaz de funcionar como apoio à decisão, auxiliando a gestão preventiva de todo o equipamento, evitando falhas de segurança e permitindo uma obtenção dos registos de desempenho, que se esperam que sejam em níveis superiores no campo da qualidade, isto é, um desempenho eficiente dos sistemas, dos equipamentos e da interacção entre estes, também na perspectiva do utilizador.

Esta metodologia terá por base um conjunto de quatro pilares fundamentais, interligados entre si e indispensáveis para a eficiência do todo o processo. O não funcionamento de um destes objectivos ou uma má articulação entre eles colocará sempre em causa o rigor e, por isso, a veracidade dos trabalhos. São eles:

1. Identificação e caracterização da infra-estrutura, dos seus elementos constituintes e dos efeitos e acções a que está sujeita;
2. Definição de um plano preventivo para a avaliação de riscos, de falhas e para a classificação das necessidades de intervenção;
3. Definição de planos de intervenção e inspecção adequados às necessidades do sistema e ajustáveis ao longo do tempo e às vicissitudes;
4. Dotação da entidade gestora da infra-estrutura da uma capacidade de intervenção eficiente, provido de uma eficácia processual, de gestão de recursos e economia de meios.

Serão estas, portanto, as etapas teóricas para a realização de um plano de manutenção para uma infra-estrutura do género da do Metro do Porto, tendo sempre em foco algumas preocupações emergentes, tais como garantias de execução, de conformidade dos trabalhos e da concretização de acordo com os níveis de actuação pretendidos.

4

O METRO DO PORTO – APLICAÇÃO DE METODOLOGIA

4.1. HISTÓRIA

O Grupo Transdev [52], de origem francesa, encontra-se, fortemente, internacionalizada. Conta actualmente na sua estrutura com projectos em todo o mundo, sendo que desenvolve projectos em diversos países do ocidente europeu, na Austrália e no Canadá. Está vocacionada para o subsector dos transportes, em particular nas áreas ligadas à ferrovia e à rodovia.

Considera-se líder a nível mundial na exploração de redes de metro ligeiro Esta empresa opera a nível dos transportes em todas as diferentes fases dos processos, desde construção e acompanhamento de projectos até à fase de exploração das redes bem como ao desenvolvimento de serviços virados para os utilizadores dos equipamentos e infra-estruturas.

Já conta com alguma experiência na área e com uma presença de salientar em Espanha e Marrocos, nomeadamente a nível da pré-operação, operação e manutenção das instalações fixas e do material circulante. Em Marrocos o grupo está responsável pelas infra-estruturas do Metro Ligeiro que faz a ligação entre as cidades de Rabat e Salé e em Espanha pelo Metro de Múrcia, pelo Metro Ligeiro do Oeste, na zona ocidental de Madrid, assim como pelo Metro de Tenerife [52].

Esta empresa foi igualmente responsável pela prestação de serviços à entidade Metro do Porto, tendo os serviços prestados sido realizados desde início da concepção do projecto e tendo terminado o período de concessão no final de Março de 2010.

Actualmente o sistema de Operação e Manutenção do Sistema de Metro Ligeiro da Área Metropolitana do Porto está, desde 1 de Abril de 2010, a cabo do consórcio ViaPORTO [53]. Após vários anos de um serviço realizado pelo consórcio Normetro foi, a 26 de Fevereiro de 2010, assinado um contrato com a ViaPORTO para um período de duração de 5 anos.

O consórcio ViaPORTO integra um conjunto de empresas com uma vasta experiência nas áreas que operam, quer pelos projectos em que estão envolvidos, quer pela postura consistente que há alguns anos demonstram no mercado nacional e internacional. Na sua composição tem o Grupo Barraqueiro, as empresas Arriva, Keolis e Manvia que ao todo integram um projecto que ascende a cento e setenta milhões de euros para o período e todos os serviços previstos para a Operação e Manutenção do Sistema de Metro Ligeiro da Área Metropolitana do Porto.

O Grupo Barraqueiro [37] é uma empresa líder em Portugal no campo dos serviços de transporte. É, actualmente, responsável por algumas concessões de destaque, nomeadamente pela operação da Fertagus [40] e pelo Metro Sul do Tejo [41]. A Fertagus assegura a exploração da ligação ferroviária

entre Setúbal e Lisboa, com uma extensão total de cinquenta e quatro quilómetros e tem também a seu cargo a segurança, a manutenção das composições e algumas das estações na Margem Sul. A Metro Transportes do Sul - MTS assegura o serviço de transporte metroviário de um total de dezanove quilómetros de extensão, distribuídos por três linhas e, garante, tal como a Fertagus, as ligações intermodais aos diversos modos de transporte público na região de Lisboa. O Grupo Barraqueiro transporta anualmente mais de cento e quarenta e sete milhões de passageiros, tendo ao seu serviço cerca de dois mil e trezentos autocarros, dezoito comboios e vinte e quatro trams.

A Arriva [54] é uma das maiores empresas de serviços de transporte na Europa. Constituída por mais de quarenta e quatro mil colaboradores, transporta anualmente mais de mil milhões de passageiros num total de doze países europeus. Em Portugal, o Grupo Arriva desenvolve a sua actividade através de duas empresas rodoviárias, a Arriva Portugal, Lda. e os Transportes Sul do Tejo, SA, explorando serviços urbanos e suburbanos nas áreas Metropolitanas do Porto e de Lisboa.

A Keolis [55], é líder mundial em soluções de metro ligeiro, possuir uma vasta experiência a nível internacional. É responsável pelo sistema de comboios e metro em Lyon, Lille, Rennes e Le Mans, tendo recentemente ganho a concessão dos sistemas ferroviários em Algiers na Argélia e em Bergen na Noruega e, ainda, a concessão dos sistemas de metro em Bordéus e em Melbourne. É, portanto, uma das maiores e mais importantes redes a operar actualmente em todo mundo, com mais de duzentos e cinquenta mil quilómetros de via.

A Manvia [56] é uma empresa do Grupo Mota-Engil que desenvolve desde 1998 actividades multi-serviços. Esses serviços vão desde a manutenção à gestão de contratos externos no ramo da manutenção. Esta empresa detém recursos especializados na gestão da manutenção de infra-estruturas de transporte, designadamente de estações ferroviárias. Opera igualmente na área de prestação de serviços de manutenção de edifícios, ambiente indústria e energia.

Será com colaboração particular da empresa Manvia que será realizada uma abordagem ao caso de estudo concreto deste trabalho, o Metro do Porto.

4.2. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA

Tal como indicado, para um período de cinco anos, o consórcio ViaPORTO está responsável pela gestão de toda a estrutura do metro do Porto. Subdividido em papéis específicos, cada empresa que constitui este consórcio desempenha o seu papel de forma a garantir a manutenção das boas condições de funcionamento e operacionalidade da estrutura.

No que respeita à empresa Manvia, S. A. o contrato celebrado visa a operação e manutenção de um sistema constituído por seis linhas, sessenta e sete quilómetros de via, oitenta estações, entre as quais catorze subterrâneas, uma extensão de mais de sete quilómetros debaixo do solo divididos por cinco túneis e que servem de agente facilitador ao transporte anual de mais de cinquenta milhões de passageiros, em específico ao concelhos de Gondomar, Matosinhos, Maia, Porto, Póvoa do Varzim, Vila do Conde e Vila Nova de Gaia. Para além da rede actual, o contrato de subconcessão inclui também algumas extensões, nomeadamente para troços e linhas que se encontravam em construção à data da assinatura do protocolo de outros que ainda não estão completados [57].

Assim, a Manvia está responsável pela gestão de vários elementos fundamentais ao funcionamento do Metro do Porto, quer do ponto de vista da operacionalidade, quer relativamente a questões de segurança e de qualidade do serviço prestado, papel essencial no que respeita à fomentação e cimentação do bom nome da marca Metro do Porto.

No que respeita à Manutenção, a Manvia opera em toda a linha do Metro do Porto, realizando actividades específicas sobre alguns componentes, reparando e gerindo sistemas electrónicos capazes de registar, em permanência, todas as ocorrências na rede, como, por exemplo, posicionamento de veículos, controlo da infra-estrutura eléctrica, entre outros, ou seja, no fundo toda a informação gerada com a movimentação das composições; operando sobre as catenárias transmissoras de corrente às composições; realizando reparações originadas por degradação de sistema; simples substituições equipamentos ou componentes; trabalhos de limpeza; reposição e reparação de elementos com origem em actos de vandalismo; manutenção das Obras de Arte; entre outros.

Desta forma, a seu cargo a empresa tem um conjunto de diferentes infra-estruturas, do tipo viárias, estruturais, electrónicas, etc. Dentro destas destacam-se, para a realização deste trabalho, as Obras de Arte, ou seja, em particular, infra-estruturas tais como passagens inferiores, passagens superiores, pontes, viadutos, túneis, entre outros, num total de mais de duzentos elementos. A distribuição destes elementos por tipos, e de acordo com a classificação atribuída pela empresa, encontra-se representada na figura seguinte, a Figura n.º 15, sendo que os elementos identificados apenas fazem referência às linhas de metropolitano A, B, C, D, E. A nova linha, a linha F, que faz a ligação entre a estação Estádio do Dragão e a estação Fânzeres, em Gondomar, inaugurada em Dezembro de 2010, não consta, por isso, desta análise. De igual modo as infra-estruturas correspondentes ao Funicular dos Guindais não constam presentes desta análise por não se encontrarem sob a alçada da empresa em causa.

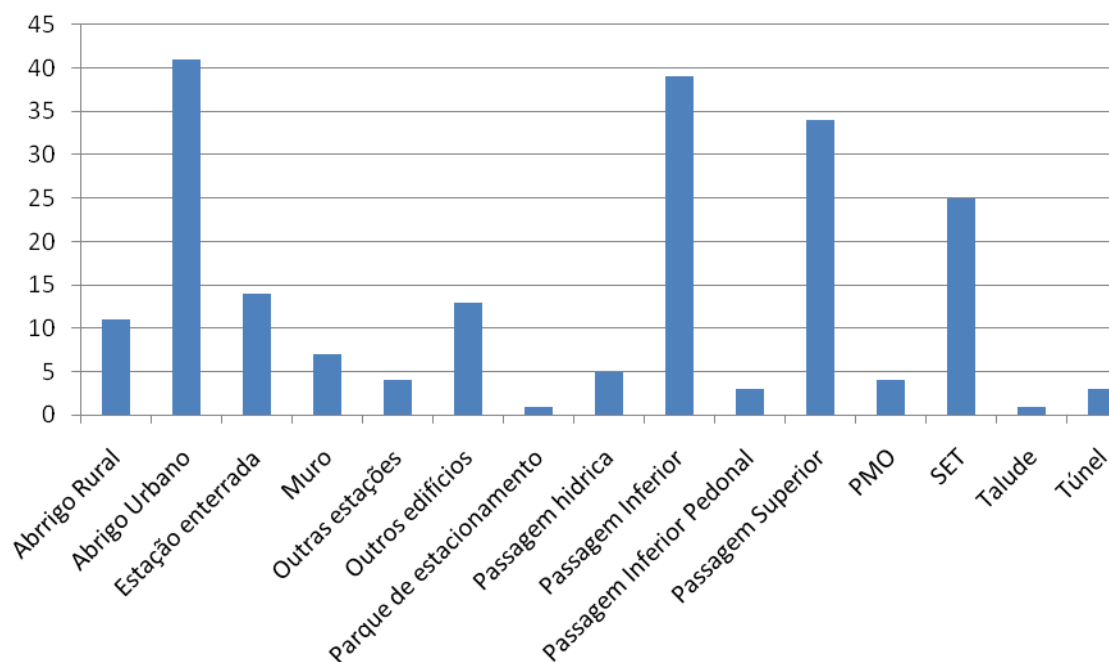


Fig. 15 - Número de Infra-estruturas por tipologia

De acordo com o preconizado na figura anterior, é possível identificar que os Abrigos Urbanos, as Passagens Inferiores, as Passagens Superiores e os SET são, de acordo com a classificação atribuída pela Manvia, as tipologias com maior predomínio. De salientar que nestas designações não se encontram explicitadas categorias como Pontes ou Viadutos, estruturas em destaque no panorama global do Metro do Porto, nomeadamente no que respeita à Ponte Luís I e ao Viaduto da Maia,

respectivamente. Estas infra-estruturas não estão, naturalmente, excluídas do universo apresentado, estão ambas alocadas à categoria de Passagem Inferior, a segunda mais predominante.

4.3. METODOLOGIA

De acordo com o postulado no ponto número 3.5. do capítulo anterior, o Capítulo n.º 3, as quatro etapas base definidas para a constituição de uma metodologia de manutenção do sistema encontram-se especificadas de seguida. Em algumas situações serão realizadas abordagens expositivas e comparativas de soluções adoptadas, como é o caso da análise de risco, por se preverem ser adequadas à infra-estrutura em análise.

4.3.1. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA, DOS SEUS ELEMENTOS CONSTITUINTES E DOS EFEITOS E ACÇÕES A QUE ESTÁ SUJEITA

De acordo com o indicado nesta primeira iteração, revela-se necessária a realização de uma caracterização exaustiva de todos os elementos, um registo da história destes e de toda a matéria constituinte da evolução verificada.

A forma sugerida para a elaboração deste preceito passa pela concepção de uma ficha identificativa de todo o histórico dos elementos e seus constituintes, pela sua posterior disponibilização a nível informático numa plataforma própria e com restrições de acesso que permita uma consulta fácil e prática de todo o processo de forma legível e rápida. Em certa medida e após estarmos perante um procedimento experimentado, esta plataforma poderia inclusive estar disponível via Internet para que as equipas operacionais pudessem proceder à sua consulta in loco.

Para tal, sugere-se a seguinte estrutura base para a constituição destes arquivos documentais:

- Designação da infra-estrutura
 - Local
 - Tipologia
 - Fotografia
 - Autor de Projecto
 - Autor da Construção
 - Data de execução
 - Níveis de serviço
 - Limitações
- Alterações ao projecto original
 - Identificação de alterações
 - Datas
 - Tipo de intervenções
 - Projecto
 - Caderno de Encargos
 - Relatórios de verificação
 - Documentos desenhados
 - Plantas, cortes e alçados
 - Desenhos 3D
 - Esquemas
 - Fotografias
 - Novas Características/Condicionantes

- Relatório de intervenção
- Fichas de controlo de conformidade
- Catalogação da constituição
 - Documentos desenhados
 - Plantas, cortes e alçados
 - Desenhos 3D
 - Esquemas
 - Fotografias
 - Elementos constituintes
 - Identificação de elementos
 - Localização em planta
 - Plano de Simbologia
 - Materiais constituintes
 - Dimensões
 - Elementos Contíguos
 - Adjacentes
 - Elementos interligados
 - Elementos dependentes
 - Documentos desenhados
 - Plantas, cortes e alçados
 - Desenhos 3D
 - Esquemas
 - Fotografias
 - Características técnicas
 - Níveis de serviço
 - Condicionantes
 - Informação do fornecedor
 - Informação do fabricante
 - Níveis de certificação e qualidade
 - Inspeções realizadas
 - Data
 - Responsável
 - Estado
 - Evolução
 - Ensaio realizados
 - Situações anómalas verificadas
 - Relatório de Inspeção
 - Avaliação de Riscos
 - Necessidades de inspeção
 - Necessidades de intervenção
 - Intervenções realizadas
 - Data
 - Responsável
 - Tipo de intervenção
 - Plano de intervenção
 - Orçamento
 - Comprovativo de adjudicação

- Relatório de intervenção
 - Medidas Correctivas
 - Avaliação de Riscos
 - Necessidades de inspecção
 - Necessidades de intervenção
 - Ensaios realizados
 - Fichas de verificação de conformidade
 - Caracterização das subcontratações
 - Identificação
 - Certificação
 - Propostas apresentadas
 - Relatório de estado
- Caracterização da utilização
 - Registos
 - Controlo de tráfego
 - Velocidades de circulação
 - Frequência de utilização
 - Dimensão das composições
 - Peso das composições
 - Análise de adequação Registos - Projecto
- Outros Documentos
- Relatório geral
 - Plano de intervenções
 - Tipo de intervenção
 - Tempo de duração
 - Orçamento
 - Restrições de serviços
 - Estado (adjudicado, para apreciação, outro)
 - Plano de inspecções
 - Principais
 - Rotina
 - Especiais

Assim, seguindo este procedimento será possível completar os desígnios respeitantes da primeira iteração indicada. Este registo, tal como indicado, pretende-se que seja o mais objectivo e claro possível mas ao mesmo tempo que contenha toda a informação relativa à infra-estrutura com conteúdo relevante. De salientar, contudo, uma enorme importância com o rigor da obtenção de elementos, avaliações e procedimentos realizados, só assim a necessidade do desenvolvimento deste processo de forma exaustiva e fidedigna será possível. No limite, para toda a vida dos elementos, se algo aconteceu, esteve para acontecer ou se pôs a hipótese que eventualmente acontecesse deve estar registado, documentado e disponível para análise de forma clara.

4.3.2. DEFINIÇÃO DE UM PLANO PREVENTIVO PARA A AVALIAÇÃO DE RISCOS, DE FALHAS E PARA A CLASSIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DE INTERVENÇÃO

A análise de riscos pode distribuir-se em vários campos de análise, como, por exemplo, a análise de risco ambiental, de risco financeiro, estrutural, de segurança, entre outros. Neste documento será realizada uma análise dirigida para a garantia do desempenho eficaz de funções, isto é, uma análise de

risco cujo objectivo será aferir quais as reais condições de utilização de infra-estruturas, prever a sua evolução e proceder à implementação de medidas de carácter correctivo. Esta análise será orientada, em particular, para uma análise relativa a algumas Obras de Arte que compõe a infra-estrutura Metro do Porto.

O pretendido com a definição de uma metodologia de intervenção consiste, em suma, na racionalização e sistematização de procedimento, de tal forma que este seja regido por um conjunto de princípios previamente estabelecidos e que se revelem capazes de acrescentar valor informativo a todo o processo.

Existem diversas formas de categorizar as intervenções, nomeadamente no que respeita às fases que constituem essas análises de risco. Um processo que se revela bastante completo, e que apresenta um conjunto de etapas capazes de traduzir todas as considerações que devem constar de um processo de avaliação de riscos, encontra-se disponível no sítio da Internet da European Agency for Safety and Health at Work [58] e é, de forma adaptada à vertente de avaliação de riscos a que se dedica esta dissertação, constituído pelos seguintes pontos:

- Estabelecer um programa de avaliação de riscos;
- Estruturar a avaliação – decisão da forma de abordagem;
- Recolher informações;
- Identificar os perigos;
- Identificar situações de risco;
- Identificar padrões de exposição e situações recorrentes;
- Avaliar os riscos em relação à probabilidade de ocorrência e relativamente à gravidade dos danos;
- Investigar opções para eliminar ou controlar os riscos;
- Definir prioridades de acções e respectivas medidas de controlo;
- Implementar as medidas de controlo;
- Registar e documentar as avaliações;
- Medir a eficácia da acções;
- Rever procedimentos periodicamente ou se forem introduzidas mudanças introduzidas;
- Definir um programa de monitorização para avaliação de riscos.

Esta análise terá, portanto, como objectivo primário uma avaliação de desempenho dos sistemas existentes actualmente, de forma a permitir identificar e documentar incidentes, registar ocorrências e, em antecipação, sem descorar, naturalmente, a segurança da infra-estrutura, assim como dos meios humanos que nela operam, materiais e componentes, garantir a qualidade do sistema global e o cumprimento das normativas de segurança legalmente exigíveis. Como tal, esta análise de riscos trata-se de um suporte ou ferramenta de apoio à decisão, que permitirá, depois de implantada, a definição de um modo operandis adequado à infra-estrutura, isto é, de um modelo de actuação hierarquizado de acordo com as necessidades emergentes globais, de cada elemento em particular, da sua importância nas questões globais de segurança (activa e passiva) e da sua preponderância para garantia de desempenho eficaz das suas funções.

Este modelo, genericamente, terá os objectivos enumerados de seguida: [59] [60]

- Identificar e avaliar a preponderância da forma como determinados factores interferem, ou podem interferir, no sistema global;

- Identificar e caracterizar detalhadamente o histórico de inspecções, intervenções e avaliações efectuadas, com recurso a relatórios escritos, medições, resultados, fotografias, fichas de verificação, fichas de inspecção, entre outros.
- Conhecimento pormenorizado dos resultados das acções, através de uma avaliação de desempenho das soluções, quer a curto quer a médio-longo prazo, identificando insucessos e causas dos mesmos, corrigindo e adequando processos e procedimentos;
- Uma forte aposta na prevenção de ocorrências, actuando pelo lado da segurança, avaliando e adoptando medidas correctivas em antecipação de acordo com os registos históricos de ocorrências e de avaliação/conhecimento dos componentes.
- Um planeamento adequado de avaliações preventivas às necessidades e ao histórico dos elementos, possibilitando a definição à priori do grau das avaliações, reduzindo o seu número aos mínimos indispensáveis, sempre de acordo com os níveis de exigência, das restrições de utilização e de segurança que os equipamentos permitem.
- Prever um conjunto de custos fixos reais e condizentes com as necessidades expectáveis dos elementos, assim como uma orçamentação geral e parcial das diferentes intervenções e fases das mesmas;

Cumprindo os objectivos enumerados poder-se-á afirmar que estão postuladas as garantias de qualidade para o sistema de avaliação. Nesse sentido será possível realizar uma gestão planeada dos recursos através de uma definição objectiva das intervenções necessárias, das condicionantes e das características das mesmas. Será igualmente possível a definição de um plano hierarquizado para as intervenções a efectuar, de acordo com as necessidades preconizadas pela avaliação de riscos e conforme as características e interdependências do sistema global, de forma a desenvolver um conjunto de medidas de controlo e/ou de eliminação dos riscos adequada às condições de utilização da infra-estrutura.

4.3.2.1 Métodos de avaliação de riscos

Existem variadíssimos métodos de avaliação de riscos, com diferentes estruturas, com objectivos e estratégias distintas e, portanto, com um conjunto de vantagens e desvantagens próprias.

Genericamente as metodologias de análise de riscos têm por base a observação como primeira instância. Em seguida constituem uma análise global dos sistemas sustentada com a realização de um método de análise escolhido de acordo com os objectivos pretendidos. Tal como indicado, existem vários tipos de métodos, alguns dos quais têm por base listas de verificação denominadas usualmente por check list, por exemplo [61]:

- Métodos qualitativos
- Métodos quantitativos
- Métodos pró-activos
- Métodos reactivos
- Indutivos
- Dedutivos

Neste caso, de acordo com os objectivos definidos anteriormente, a estratégia passa por definir um método que permita uma avaliação objectiva do todo o sistema. Essa avaliação será realizada através da análise de um conjunto de eventos singulares e poderá, com a experiência acumulada e de acordo com a evolução e com o registo histórico dos elementos, ser adequada ao longo do período de acompanhamento, permitir que sejam implementadas medidas, adequados procedimentos e definidas

estratégias cada vez mais eficazes e com a capacidade para aumentar o período de vida dos elementos e, cumulativamente, do sistema global.

4.3.2.2. Método Qualitel

A Metodologia Qualitel está vocacionada genericamente para análise de áreas construtivas, de conforto e, também, como meio de recolha de elementos acerca dos produtos para informação do utilizador. [62]. Tem origem numa associação francesa para a qualidade da habitação, a Qualitel [63], que tem, ao longo dos últimos anos, produzido um conjunto de documentos de referência sobre certificação, caracterização de elementos, entre outros, contribuindo para uma atitude mais profissional no sector, em particular no sector da construção em França.

Em destaque no portfólio desta associação surge, com relevância para este trabalho, o documento intitulado *Le Bilan Patrimoine Habitat* [64]. Relevância na medida em que, na sua parte final estabelece uma matriz caracterizadora de avaliações, isto é, disponibiliza uma escala de avaliação que contém uma descrição de possíveis estados de determinados elementos, atribuindo-lhes uma classificação em correspondência. Estabelece, assim, uma graduação de anomalias para variados elementos. Esta situação é, sem dúvida, uma forma de efectuar um controlo crescente sobre a subjectividade latente a tarefas através de inspecções e avaliações, sejam elas visuais ou com recurso a alta tecnologia, mas que estão sempre dependentes do experimentador ou do avaliador e dos juízos e considerações que este possa tecer, retirando rigor a todo o processo. Ora, rigor é, tal como identificado anteriormente, um dos pontos primordiais para o sucesso das avaliações de risco e, consequentemente, para o sucesso das operações de planeamento e de manutenção, quer do ponto de vista dos recursos materiais e humanos dispendidos, quer do ponto de vista do controlo económico dos recursos.

A aplicação deste princípio, ou seja, de balizar as análises *à priori*, é extremamente complicado de se efectuar devido à complexidade e interdependência de variáveis, daí a sua parca utilização nos processos de avaliação. A sua aplicabilidade constituiria, por isso, um grande contributo no sentido da diminuição das falhas, tanto maior quanto mais completa fossem as definições da matriz de avaliação. Este contributo revelar-se-ia, então, muito importante nomeadamente no que respeita ao capítulo da inspecção e avaliação, pois estabelece um conjunto de balizas para a correspondência dos parâmetros e elementos inspeccionados.

No caso *Le Bilan Patrimoine Habitat* [64] as classificações têm como objectivo a avaliação da qualidade e são, como não poderia deixar de ser, sempre qualitativas, tal como demonstra a figura a seguinte, Figura n.º 16.

Aos parâmetros definidos nas grandezas A, B, C e D correspondem:

- Ao parâmetro A de classificação corresponde um estado equivalente a novo ou com desempenho eficiente das funções;
- A classificação B é também satisfatória, sendo que corresponde a uma situação média de e em que o desempenho das funções é ainda garantido;
- A atribuição da variável C significa que o estado não apresenta as condições desejáveis e que em termos funcionais não existe desempenho total;
- Pela classificação correspondente ao parâmetro D entende-se que a avaliação em causa identifica um conjunto de anomalias quer no desempenho da função, quer no carácter obsoleto do elemento avaliado.

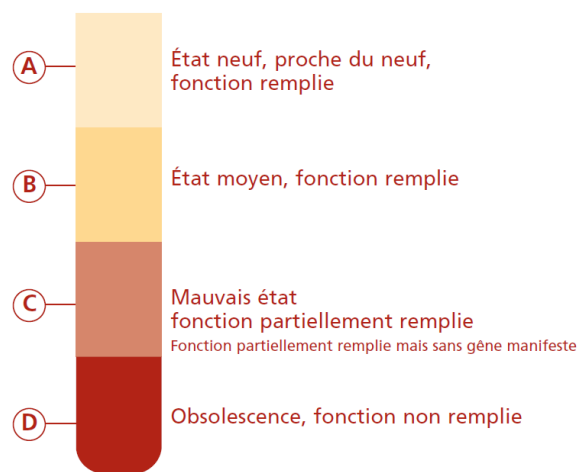


Fig. 16 – Classificação Qualitel [65]

Por isso, para que os seus resultados confirmem o rigor necessário, a sua aplicação a determinados contextos teria que passar por um processo de maturação, processo no qual factores como a experiência e o conhecimento pormenorizado das infra-estruturas em todos os seus aspectos teriam enorme preponderância para uma boa adequação das escalas às realidades e aos objectivos de análise pretendidos. Desta forma obter-se-ia um perfil de informação quantitativo e poder-se-ia, assim, com esta ferramenta de suporte à decisão, definir um conjunto de medidas e alterações a efectuar, tal como Método Qualitel prescreve.

A aplicação deste método não será, contudo levada a cabo devido a factores como a experiência e o conhecimento pormenorizado das infra-estruturas não serem possíveis de obter com a restrição temporal existente para a elaboração desta dissertação. No entanto, esta definição será, certamente um ponto possível de exploração a levar a cabo pela entidade responsável pela gestão e manutenção da infra-estrutura Metro do Porto.

4.3.2.3. Método FMEA

Um método muito utilizado para análise de riscos é o Método Failure Modes and Effects Analysis – FMEA, isto é, Análise de Modos de Falhas e Efeitos. Trata-se de “um método de análise de riscos indutivo, que permite avaliar, a partir de uma determinado modo de falha, as respectivas causas e sequências de efeitos, assim como os meios de detecção e prevenção” [66].

Este método permite uma simplificação da análise, subdividindo o processo em partes mais simples, neste caso pela análise da Severidade e da Probabilidade de Ocorrência. Este plano tem como objectivo definir um conjunto de “acções pensadas antecipadamente, que procurem minimizar ou, preferencialmente, eliminar, as consequências negativas das situações” [62].

Tal como o seu nome indica, o método FMEA tem como objectivo auxiliar a realização de uma análise do sistema de forma a que, mais facilmente, se enunciem medidas correctivas e os procedimentos a adoptar, ou mesmo se implementem mecanismos eficientes na detecção de situações anómalas, reduzindo a probabilidade e os efeitos das ocorrências. Este procedimento intitula-se, genericamente, plano de contingência e é passível de ser aplicado nas mais diversas fases da obra, desde a concepção à sua exploração, passando pela fase de projecto e construção, tal como refere o Relatório da Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens [67].

De acordo com o método FMEA, para uma avaliação deve proceder-se à definição das seguintes escalas:

- Escala de Severidade;
- Escala de Ocorrência;
- Escala de Detecção.

As duas primeiras escalas são do tipo crescente sequencial, com valores inteiros entre o 1 e o 10, com parâmetros especificamente definidos para cada valor, sendo que para a classificação “1” corresponde uma situação de perfeição e para a classificação “10” corresponde a situação mais gravosa. Nas figuras seguintes, a Figura n.º 17 e a Figura n.º 18, encontra-se um exemplo de cada, respectivamente a Escala de Severidade e a Escala de Probabilidade de Ocorrência. A última das escalas referidas, a Escala de Detecção, possui as mesmas características que as restantes, porém com sentido inverso, isto é, para uma classificação “10” atribui-se uma impossibilidade de detecção, enquanto que para a classificação “1” considera-se como certa a sua obtenção [66] [68].

S	Efeito(s) da(s) falha(s)	Automóvel	Sistemas de revestimento descontínuo de fachadas
9/10	potenciais problemas de segurança	perda de capacidade de condução	estrutural (rotura, deformações)
7/8	grande descontentamento no cliente	veículo inoperável	penetração de água
4/5/ 6	certo descontentamento no cliente	grande esforço nos pedais	manchas, condensações, ruído
2/3	ligeiro inconveniente ao cliente	aparência	aparência (cor, acabamento)
1	o cliente não detecta a falha		

Fig. 17 – Exemplo de classificação de Severidade de efeitos [66]

O	Probabilidade de ocorrência do modo de falha
1	Probabilidade de ocorrência de falha remota (1 em 1500000)
2/3	Probabilidade de ocorrência de falha muito baixa (1 em 15000; 1 em 1000)
4/5	Probabilidade de ocorrência de falha baixa (1 em 2000; 1 em 400)
6/7	Probabilidade de ocorrência de falha moderada (1 em 80; 1 em 20)
8/9	Alta probabilidade de a falha ocorrer (1 em 8; 1 em 3)
10	Muito alta probabilidade de ocorrência de falha (1 em 2)

Fig. 18 – Exemplo de classificação de probabilidade de ocorrência [66]

Para a obtenção de um output correspondente à análise de risco, este método define uma avaliação qualitativa do produto directo das três variáveis escalonadas, cujo valor equivale à variável Risk Priority Number – RPN. Através da análise do valor RPN obtém-se uma classificação equivalente ao

risco associada à tarefa ou situação. Este assume um valor tanto mais grave quanto mais elevado o seu valor.

Mais recentemente surgiu uma nova abordagem a este método, que se caracteriza pela omissão quantitativa da Escala de Detecção. Desta forma o valor de RPN passa a caracterizar-se como o produto directo das variáveis Severidade e Ocorrência escalonadas. A sua classificação quanto ao nível de risco subdivide-se em 3 categorias e encontra-se traduzida pelo Figura n.º 19, apresentado de seguida. A numeração entre “1” e “4” indicada corresponde, a título de exemplo, a alguns resultados possíveis e exemplificativos para a classificação.

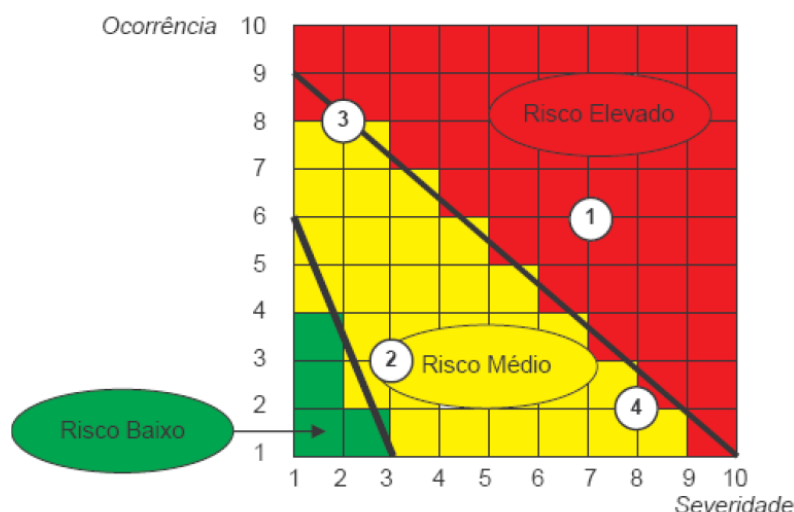


Fig. 19 – Espectro de classificação de riscos segundo FMEA [62]

Ora para a utilização deste método é necessário ter em consideração alguns factores acerca das Escala de Severidade e de Probabilidade de Ocorrência para o caso específico em análise neste trabalho, as Obras de Arte [69].

Para a primeira, externalidades como o volume de tráfego, a localização ou a importância histórica e arquitectónica são necessárias tomar em consideração na obtenção das classificações, pois estarmos a analisar uma obra específica e com um conjunto de condicionantes como os de uma obra de arte tem um peso maior do que uma tarefa ou uma habitação térrea ou de um comum edifício.

No que respeita à Probabilidade de Ocorrência, do ponto de vista da estrutura é também necessário considerar na avaliação factores como a capacidade resistente da obra, as acções a que se encontra sujeita, a taxa de deterioração, condições de alguns elementos, entre outros.

Assim, o objectivo do Sistema de Gestão de Obras de Arte apoiadas neste método passa por garantir a preservação do valor do parque de Obras de Arte, minimizando, naturalmente, custos ao longo da vida útil das estruturas, garantindo, para qualquer situação, o cumprimento das condições de segurança e dos níveis mínimos de serviço. Visa, igualmente, a implementação de acções correctivas, tais como: a redução ou a eliminação de probabilidade de falha por recurso à reconstrução; redução ou eliminação de probabilidade de falha através da detecção e adopção das correspondentes medidas correctivas inerentes; redução do impacte da falha recorrendo a adaptações eficientes ou confinando as suas possíveis consequências.

Uma das vantagens previsíveis deste método prende-se pela possibilidade de estabelecer processos de actuação específicos e eventualmente normalizados ou normalizáveis e pela possibilidade de representação e análise segundo diagramas de Gant [70]. Nestes diagramas são definidos, especificamente, prazos, quantidades e meios alocados às tarefas, através da constituição de um conjunto de procedimentos encadeado de acordo com precedências e regras. Este facto reveste-se de especial utilidade para necessidades de avaliação dos processos desenroladas ao longo do tempo.

Tal como foi possível verificar, este método encontra-se adequado aos objectivos pretendidos, contudo a dinâmica resultante do seu processo de avaliação carece de um carácter quantitativo, capaz de conferir à análise uma componente numérica e, por isso uma quantificação em valor passível de ser equacionada num estabelecimento de prioridades de acordo com uma hierarquia adequada ao projecto em análise.

4.3.2.4 Sistematização dos Métodos de avaliação de riscos

Existem, porém outras metodologias de avaliação de risco convencionadas para avaliação de projecto, desempenho, sequências e execução de tarefas. Algumas das metodologias passam pela avaliação do sequencial acerca do(s) factor(es) condicionante(s) do desempenho, outras realizam uma avaliação multi-critério e estabelecem uma avaliação final de acordo com uma avaliação ponderada a cada elemento através da aplicação de um coeficiente à valorização da cotação obtida pela análise. São exemplos deste tipo de avaliação o *Système d'évaluation des logements – SEL* [71] que consiste numa análise categorizada em três subgrupos que contemplam diversos critério ao quais são feitas avaliações quantitativas que, posteriormente entram no output com um factor de ponderação previamente definido [71] [62].

Por exemplo, segundo a Brisa as classificações das anomalias registadas são categorizadas numa dos seguintes cinco classificações [35]:

- “No estado preliminar. Pode evoluir para outros defeitos mas não requer intervenção específica;
- Defeito em evolução mas não requer intervenção;
- O defeito requer intervenção mas sem carácter de urgência;
- O defeito não influencia o comportamento estático mas requer intervenção a curto prazo;
- O defeito pode provocar uma redução dos coeficientes de segurança. Requer intervenção urgente.”

Contudo, apesar das divergências de métodos, todas as metodologias visam o cumprimento de desígnios comuns, nomeadamente a catalogação de informação de forma sistemática, a melhoria do conhecimento dos elementos, uma melhoria continuada das soluções, sempre com perspectivas de melhoria da satisfação dos utilizadores e de uma diminuição de custos pela actuação do lado da prevenção. Todo este processo tem sempre um impacto mais positivo se na definição dos objectivos das instituições estiver contemplado o desígnio para a implementação no seu seio de uma atitude de prevenção.

Neste trabalho a análise proposta será realizada tendo em conta alguns princípios do método FMEA, nomeadamente, um levantamento dos processos que respeitam à realização de uma avaliação de Severidade e de Probabilidade de Ocorrência da mesma por se considerar que a probabilidade de colapso de uma determinada função e as consequências da inoperacionalidade da mesma função são os principais pontos de enfoque numa análise de riscos.

Um dos objectivos desta análise será uma avaliação das vertentes com mais relevo sem que estejam intrínsecas as perspectivas ou as experiências pessoais do avaliador. Como tal não se verifica ainda possível, o objectivo passará por adoptar procedimentos que visem a redução da interferência que o responsável ou a equipe responsável possa ter na realização das inspecções.

Estas avaliações tem como objectivo final aferir qual o conjunto de intervenções mais urgentes e estabelecer uma hierarquia de importância para realizar essas intervenções, sempre tendo em vista uma maximização das valências da infra-estrutura, o prolongamento do prazo de utilização da mesma e usufruto das funções que esta disponibiliza e possibilita, actuando sempre de forma a garantir as condições de segurança das operações e do sistema, maximizando, assim, o prazo de vida útil das infra-estruturas.

4.3.2.5 Método de avaliação de riscos adoptado

Atendendo aos métodos já enunciados e às valências dos mesmos, para a avaliação de riscos, a proposta de concretização sugerida neste documento tende a ir de encontro às necessidades da avaliação.

O método sugerido para a realização das avaliações de riscos neste sistema de metropolitano é a avaliação de risco de acordo com o denominado Método de Avaliação Simplificado ou Método Espanhol, ou mais explicitamente, Método da Probabilidade Consequência, desenvolvido pelo - Instituto Nacional de Seguridad y Higiene en el Trabajo – INSHT [72]. Trata-se de um método utilizado recorrentemente na área da Higiene e Segurança no Trabalho para a determinação de riscos profissionais, o que atribui a necessidade de proceder a alguns ajustes nas definições de alguns parâmetros.

Este método tem a particularidade de resultar de uma intersecção de um conjunto de escalas não lineares, tal como se verá de seguida. Esta particularidade permite atribuir pesos ponderados aos diferentes parâmetros constituintes das avaliações e, assim, ter uma gama de output final mais diferenciada e, por isso, mais facilmente hierarquizável.

Este método, através do cálculo do Nível de Risco, permite a quantificação das necessidades de intervenção e estabelece automaticamente as prioridades das acções e controlo, determinando qual o Nível de Intervenção correspondente. O desenvolvimento deste método processa-se de acordo com a representação esquemática seguinte, apresentada pelo Figura n.º 20 [73].

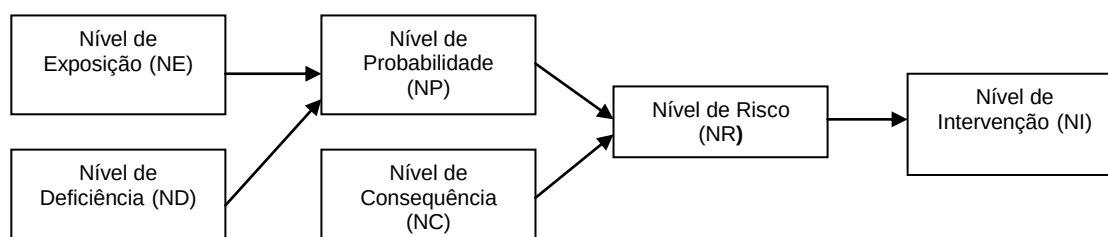


Fig. 20 – Esquema de avaliação do Método Simplificado

Tal como indicado na figura anterior, para a determinação do Nível de Probabilidade é necessário definir o Nível de Exposição e o Nível de Deficiência.

O Nível de Exposição é uma medida de frequência da exposição ao risco, avalia-se em função dos tempos de permanência das acções, da intensidade das mesmas e das características dos elementos. A sua classificação é apresentada na tabela seguinte, a Tabela 3.

Tabela 3 – Caracterização do Nível de Exposição

Nível de Exposição	NE	Critérios
Continuado (EC)	4	Continuamente. Várias vezes durante o dia e em períodos de tempo prolongados.
Frequente (EF)	3	Várias vezes durante o dia e em períodos de tempo curtos.
Ocasional (EO)	2	Algumas vezes durante o dia e em períodos de tempo curtos
Esporádico (EE)	1	Irregularmente

O Nível de Deficiência resulta da combinação expectável entre o conjunto de factores de risco considerados e a sua causa directa de possível acidente. É quantificado de acordo com a seguinte tabela, a Tabela 4.

Tabela 4 - Caracterização do Nível de Deficiência

Nível de Deficiência	ND	Critérios
Muito Deficiente (MD)	10	Detectam-se factores de risco muito significativos que tornam como muito possível a geração de falhas. As medidas preventivas existentes são ineficazes no controlo do risco.
Deficiente (D)	6	Detectam-se factores de risco significativos e que necessitam de correcção urgente. A eficácia do conjunto das medidas preventivas vê-se reduzida de forma apreciável.
Susceptível de Melhoria (M)	2	Detectam-se factores de risco de menor importância. A eficácia das medidas preventivas existentes não se considera reduzida de forma apreciável.
Aceitável (B)	0	Não se detectam anomalias. O risco está controlado. Não se valoriza.

Desta forma, através da definição dos níveis de Exposição e Deficiência, é possível determinar o passo subsequente do processo, ou seja, definir o Nível de Probabilidade. O seu valor é obtido dos dois anteriores através da multiplicação directa das suas avaliações. A sua classificação encontra-se apresentada na Tabela 5, apresentada de seguida:

Tabela 5 - Caracterização do Nível de Probabilidade

Nível de Probabilidade	NP	Significado
Muito Alta (MA)	Entre 24 e 40	Situação deficiente com exposição continuada ou muito deficiente, com exposição frequente. A materialização do risco ocorre com frequência.
Alta (A)	Entre 10 e 20	Situação deficiente, com exposição frequente ou ocasional ou situação muito deficiente com exposição ocasional ou esporádica. A materialização do risco é possível em vários momentos do processo operacional.
Média (M)	Entre 6 e 8	Situação deficiente com exposição esporádica ou situação reversível com exposição continuada ou frequente. Existe a possibilidade de dano.
Baixa (B)	Entre 2 e 4	Situação reversível com exposição ocasional ou esporádica. Não é expectável a ocorrência de risco, ainda que seja concebível.

Através da Tabela 6 será possível identificar qual os resultados possíveis da análise do Nível de Probabilidade. Esta tabela de dupla entrada faz a correspondência entre os diferentes cenários possíveis e define, através de uma escala de cores (apresentada na legenda da Tabela 6), quais as situações que requerem mais cuidados, possibilitando, assim, que se tenha uma ideia prévia da situação em análise.

Tabela 6 - Graduação do Nível de Probabilidade

		Nível de Exposição (NE)			
		4	3	2	1
Nível de Deficiência (ND)	10	40	30	20	10
	6	24	18	12	6
	2	8	6	4	2

Legenda:

	Muito Alta (MA)
	Alta (A)
	Média (M)
	Baixa (B)

Para a obtenção do Nível de Risco, paralelamente ao Nível de Probabilidade é necessário terminar o Nível de Consequência. Este classifica a perspectiva da materialização das consequências do risco de acordo com os danos passíveis de serem provocados na infra-estrutura do ponto de vista dos danos materiais, humanos e outros não mensuráveis. De realçar a alteração abrupta na escala, isto indica que este parâmetro tem um peso acrescido no que respeita à avaliação final.

Tabela 7 - Caracterização do Nível de Consequência

Nível de Consequência	NC	Danos Materiais
Mortal ou Catastrófico (M)	100	Destruição total do sistema. Instalações irreversíveis.
Muito Grave (MG)	60	Destruição parcial do sistema (com reparação complexa e de custos elevados).
Grave (G)	25	É necessário parar o funcionamento do sistema para proceder à reparação
Leve (L)	10	Pode proceder-se à reparação sem interromper o funcionamento.

Da mesma forma que utilizada para o Nível de Probabilidade, o Nível de Risco é determinado com base no produto directo dos parâmetros Nível de Probabilidade e Nível de Consequência preconizados, respectivamente, na Tabela 5 e na Tabela 7. A sua distribuição cromática de acordo com a gravidade dos possíveis casos encontra-se apresentada na Tabela 8.

Tabela 8 – Graduação do Nível de Risco

		Nível de Probabilidade (NP)				
		40-24	20-10	8-6	4-2	
Nível de Consequência (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200	Legenda: Nível de Intervenção I Nível de Intervenção II Nível de Intervenção III Nível de Intervenção IV
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II-240 III-120	
	25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50	
	10	II 400-240	II-200 III-100	III 80-60	III-40 IV-20	

Após a avaliação de riscos indicada é importante definir as intervenções a realizar e a urgência das mesmas. Assim, no seguimento da categorização exposta pela Tabela 8, o Nível de Intervenção correspondente está indicado na Tabela 9.

Esta tabela permite dar prioridade às acções de controlo de riscos com o objectivo de eliminar os riscos existentes ou em caso de impossibilidade manifesta, controlar os mesmos para níveis toleráveis que não ponham em causa a segurança da infra-estrutura nem as condições de utilização das mesmas e, evidentemente, a vida humanas.

Tabela 9 - Caracterização do Nível de Intervenção

Nível de Intervenção	NR	Significado
I	600 a 4000	Situação crítica. Correção urgente.
II	150 a 500	Corrigir e adoptar medidas de controlo.
III	40 a 120	Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e a sua eficácia.
IV	20 a 40	Não intervir, excepto se uma análise mais precisa o justificar.

É, portanto, este processo que conduz à Matriz de Avaliação dos Riscos apresentada e proposta para o desenvolvimento de inspecções de aferição de necessidades de intervenção na infra-estrutura Metro do Porto.

Na tabela seguinte, a Tabela 10 está um exemplo de uma ficha de análise que poderá ser utilizada numa primeira instância, isto é, antes de ser transcrita toda a informação para o sistema informático de gestão.

Tabela 10 – Matriz de Avaliação de Riscos

Designação do elemento inspeccionado: _____

MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE RISCOS

Método Simplificado

Data: __ / __ / ____ Responsável: _____

Situação	Risco / Situações perigosas		Consequência	Níveis de Probabilidade (NP)			Nível de Consequência (NC)	Nível de Risco (NR)	Nível de intervenção (NI)	Medidas de Controlo
	Perigo	Risco		ND	NE	NP				

4.3.3. DEFINIÇÃO DE PLANOS DE INTERVENÇÃO E INSPECÇÃO ADEQUADOS ÀS NECESSIDADES DO SISTEMA E AJUSTÁVEIS AO LONGO DO TEMPO E ÀS VICISSITUDES

Para a definição de planos de intervenção e inspecção é preciso ter um ponto de partida base. A obtenção dos elementos para a definição desse ponto de partida apenas é possível com o conhecimento efectivo da infra-estrutura, como indicado anteriormente, e do seu estado actual.

Assim, no caso de inexistência de informação válida ou que traduza fielmente o estado global e particular dos elementos, a realização de avaliações revela-se como o procedimento necessário. Só

com recurso à definição de inspecções iniciais poder-se-á adoptar um sistema de análise e inspecção adequado ao sistema. Este varia consoante as necessidades, a emergência de situações, o histórico de elementos recolhidos ao longo dos anos, entre outros, no fundo resultam de uma prática em contínua evolução. Os três tipos de inspecções considerados encontram-se apresentados de seguida:

- Inspecções Principais;
- Inspecções de Rotina;
- Inspecções Especiais.

As Inspecções Principais são operações realizadas com periodicidades extensas, na ordem dos três a seis anos, dependendo da caracterização histórica dos elementos alvos de inspecção, da idade e do seu estado de conservação. Estes tipos de inspecções são muito detalhadas, sendo que para o efeito carecem de meios e equipamentos especiais, como, por exemplo, para acesso a locais de difícil acesso, há a necessidade de recorrer a plataformas elevatórias, meios navais ou até equipamentos subaquáticos. São sempre acompanhadas por técnicos ou equipas de técnicos especializados e experientes, neste caso específico, por Engenheiros. Estas inspecções visam uma homogeneização das avaliações e dos seus defeitos, sistematizando informação proveniente de outras inspecções, como as de rotina. Servem, por vezes, devido à sua exaustão, como forma de identificar situações mais delicadas e nessas situações, caso a opção não passe por uma intervenção imediata, o recurso da realização de inspecções especiais é accionado. No fundo estas inspecções visam realizar uma avaliação completa e exaustiva dos estados dos diferentes elementos, avaliar riscos que lhe estão associados e documentar a toda a informação relevante, de forma pormenorizada, para futuras acções de inspecção ou intervenções [35].

Quanto às Inspecções de Rotina, o seu detalhe é menor que o das anteriores mas que, certamente, apresentam uma periodicidade temporal bastante mais reduzida. É comum subdividirem-se por áreas, isto é, procedendo à inspecção apenas de determinado conjunto de elementos de acordo com as diferentes necessidades de inspecção de rotina que estes carecem. Têm um importante papel de avaliação dos elementos no médio prazo pois permitem que a realização de inspecções principais ocorra com maior intervalo de tempo e apoiadas de conhecimento intercalar acerca do panorama e alterações verificadas nos elementos. Estas inspecções são, normalmente, do tipo visuais e sem grande recurso a meios especiais, mas, quando se revela necessário procede à realização de alguns ensaios não destrutivos, nomeadamente medição de determinados elementos. A sua realização requer, por isso, pessoal qualificado para o efeito, sem que, contudo, seja necessária a presença obrigatória de um Engenheiro [35].

No que respeita às Inspecções Especiais, estas surgem muitas vezes após a identificação de situações não convencionais nouro tipo de inspecções ou na sequência de acontecimentos ímpares. O seu objectivo passa pela análise mais aprofundada das situações específicas ou pela obtenção de um conjunto maior de dados. Por norma caracterizam-se pela realização de uma avaliação da evolução de algumas ocorrências verificadas noutras inspecções e pela avaliação última das medidas a adoptar. Outras vezes surgem como forma de avaliar eventuais danos ou mesmo de garantir que após a ocorrência de determinado acidente/incidente (tremor de terra, embate de embarcação num pilar, descarrilamento de uma composição, etc.) estão garantidas todas as condições de segurança para a normal utilização da infra-estrutura. Devido à sua complexidade técnica não dispensam, naturalmente, a presença de um Engenheiro qualificado para o efeito [35].

De realçar também, que nestas inspecções são sempre realizadas algumas operações simples de manutenção, tais como a limpeza de aparelhos de apoio, o desentupimento de gárgulas, a remoção de elementos auxiliares, ervas ou vegetação, entre outras reparações pontuais.

Nestas inspecções a consciente interpretação da interdependência de sistemas ou implicações que determinados problemas tenham sobre os sistemas ou condicionem serviços assume especial importância.

Na figura seguinte, a Figura n.º 21, está apresentado um conjunto de algumas anomalias que se podem verificar numa ponte e que se encontram numeradas de seguida:

- Corrosão de aço.
- Velocidade, rugosidade da superfície, e a suspensão do camião interagem para amplificar o stress.
- Água parada promove a deterioração do pavimento.
- Resíduos inibem a correcta drenagem da plataforma.
- Superestrutura da ponte é susceptível a danos causados pela água, corrosão, fadiga do metal, e o stress causado pela vibração
- Corrosão de superfície
- Drenagem inadequada causa danos ao betão.
- O movimento da água pode descalçar o pilar de fundação.
- Fissura na sapata causada pela erosão da fundação.

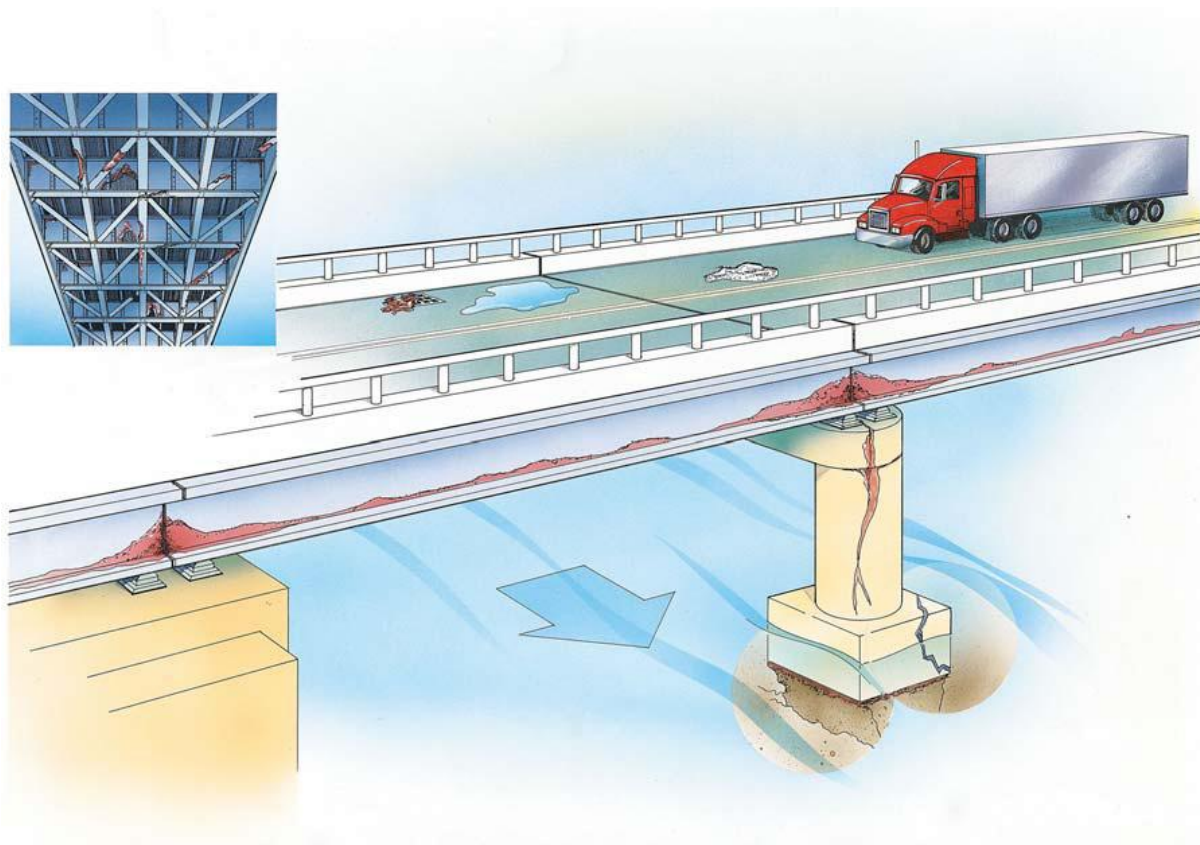


Fig. 21 – Exemplos de situações de como as pontes se podem tornar estruturalmente deficientes [75]

Tal como se pode ver na imagem são passível de ser encontrados problemas em todo o tipo de elementos, sejam pilares, pavimento, vigas, apoios, etc. Esta panóplia de elementos reforça

complexidade do sistema pois alarga muito o espectro de possíveis danos, localização e origens dos mesmos.

Assim, temos que inspeccionar todos os elementos e analisar qual o seu estado relativamente às situações identificadas de seguida para as fases de Concepção e de Exploração. De referir, contudo, que relativamente à fase de concepção, no caso de a obra não ter sido acompanhada pela empresa que está a realizar este processo, estas avaliações ficam condicionadas por algumas incertezas. Nesses casos o correcto será recorrer a instrumentos de apoio, nomeadamente peças desenhadas, projectos, cadernos de encargos, relatórios de fiscalização, livro de obra, entre outros. Quanto menos completos forem estes elementos maior será a incerteza das análises, o que implica que para colmatar esta situação e garantir a segurança e operacionalidade dos sistemas se desenvolvam processos exaustivos de inspecção, conforme referido anteriormente, para catalogar ao pormenor toda a vida a infra-estrutura.

De seguida está enumerado um conjunto de elementos e situações cuja inspecção deve estar contemplada. Alguns não se aplicam para algumas obras de arte, por simples inexistência, porém os restantes elementos carecem de recolha de informação e de avaliação dos respectivos riscos associados.

1. Concepção

- a. Solo
 - i. Análise ao tipo de solo
 - ii. Tipos de Prospeção
 - iii. Densidade da malha de prospeção
 - iv. Mediadas adoptadas
- b. Ocorrência de Incidentes
- c. Período de execução
- d. Prazo de execução
- e. Pagamentos
- f. Controlo das empreitadas
- g. Experiência dos empreiteiros
- h. Credenciação/reconhecimento do empreiteiro no mercado
- i. Equipa de Fiscalização
- j. Materiais utilizados
 - i. Escolha por preço
 - ii. Degradação
 - iii. Não adequados
- k. Mão-de-obra pouco qualificada

2. Exploração

- a. Alteração de Tráfego
 - i. Volume
 - ii. Velocidade
 - iii. Carga
 - iv. Tipo
 - v. Dimensão das composições
- b. Estruturais
 - i. Solo
 - 1. Deslizamento de terras
 - 2. Assentamentos

- ii. Acidentes
 - 1. Colisões acidentais
 - 2. Sismos
 - 3. Incêndio
 - 4. Inundações
 - iii. Elementos verticais
 - 1. Fissuras
 - 2. Destacamento de betão
 - 3. Erosão/descalçamento
 - 4. Falta de recobrimento
 - iv. Elementos horizontais
 - 1. Fissuras
 - 2. Destacamento
 - 3. Deformações
 - 4. Falta de recobrimento
 - v. Aparelhos de apoio
 - 1. Limpeza
 - 2. Desentupimento de gárgulas
 - 3. Vegetação
 - vi. Encontros
 - 1. Acumulação de detritos
 - 2. Áreas descalças
 - 3. Elementos de contenção
 - vii. Apoios intermédios
 - viii. Cornijas
 - ix. Restantes elementos de betão
 - 1. Fissuras
 - 2. Destacamento
 - 3. Manchas
 - x. Elementos metálicos
 - 1. Corrosão
 - 2. Fixação
 - 3. Degradação de parafusos
 - xi. Armaduras
 - 1. Corrosão de armaduras
 - 2. Exposição
 - xii. Juntas de dilatação
 - 1. Chapa remate
 - 2. Bordo de transição
 - 3. Recobrimento
 - 4. Oxidação
 - 5. Fixação
 - 6. Protecção das fixações
 - 7. Acumulação de detritos
 - xiii. Ambientais
 - 1. Amplitude Térmica
 - 2. Chuva
 - 3. Zonas marítimas
 - 4. Acção gelo-degelo
- c. Via

- i. Componentes
 - 1. Travessas
 - 2. Pavimento
 - 3. Agulhas
 - 4. Carris
 - ii. Sistema de drenagem
 - 1. Limpeza
 - 2. Sarjeta
 - 3. Grelhas
 - iii. Sinalização Eléctrica
 - 1. Visibilidade
 - 2. Luminosidade
 - 3. Isolamento
 - iv. Iluminação
 - 1. Encandeamento
 - 2. Insuficiente
 - 3. Funcionamento
 - v. Ambientais
- d. Sistema de drenagem
 - i. Sarjeta
 - 1. Limpeza
 - 2. Grelha
 - ii. Caleiras/tubos de queda
 - 1. Entupimento
 - 2. Fixação
 - 3. Rompimento
 - iii. Colectores
 - 1. Limpeza
 - 2. Ligação
 - iv. Tampas
 - 1. Oxidadas
 - 2. Partidas
 - v. Anomalias
 - 1. Infiltrações
 - 2. Escorrência superficial
 - 3. Acumulação de água
 - 4. Estalactites
- e. Gerais
 - i. Iluminação
 - 1. Encandeamento
 - 2. Insuficiente
 - 3. Funcionamento
 - ii. Condicionantes ambientais
 - 1. Chuva
 - 2. Vento
 - 3. Zona marítima
 - 4. Zona sísmica
 - iii. Sinalização Electrónica
 - 1. Visibilidade
 - 2. Luminosidade

- 3. Isolamento
- iv. Sinalização Vertical
 - 1. Visibilidade
 - 2. Luminosidade
- v. Sinalização Pintada
 - 1. Visibilidade
 - 2. Luminosidade
- vi. Sinalização de emergência
 - 1. Visibilidade
 - 2. Luminosidade
 - 3. Estado
- vii. Meios de combate a incêndio
 - 1. Detecção
 - 2. Meios de primeira intervenção
- viii. Guarda-corpos
 - 1. Fixação
 - 2. Corrosão elementos
 - 3. Corrosão parafusos
 - 4. Descasque
 - 5. Deformações
- ix. Guardas de segurança
 - 1. Fixação
 - 2. Corrosão elementos
 - 3. Corrosão parafusos
 - 4. Deformações
- x. Redes de protecção
 - 1. Fixação
 - 2. Corrosão elementos
 - 3. Corrosão parafusos
 - 4. Rompimento
- xi. Pavimentos
 - 1. Vegetação
 - 2. Desagregação
 - 3. Levantamento
 - 4. Fendilhação
 - 5. Caixas
- xii. Passeios
 - 1. Vegetação
 - 2. Desagregação
 - 3. Caixas
- xiii. Escadas
 - 1. Destacamento de materiais
 - 2. Aderência
- xiv. Envidraçados
 - 1. Limpeza
 - 2. Zonas cortantes
- xv. Tintas
 - 1. Destaque
 - 2. Alteração de cor
- xvi. Sistema Alarme

1. Avisos luminosos
2. Avisos sonoros
- xvii. Sistema de vigilância
 1. Captação
 2. Detecção
 3. Emissão de alerta

Ora realizada toda a recolha e processamento da informação recolhida deve-se passar para a fase de prática de definição do plano.

A definição de um plano de intervenção surge sempre como fruto de um processo maturado, de uma análise sujeita à influência de inúmeros factores que não advêm apenas das indicações reportadas pela equipe de fiscalização. Uma boa definição de um plano de intervenção deve, assim, evoluir consoante as necessidades que se verifique necessário cumprir para o bom desempenho da infra-estrutura. Deve, portanto, estar concebido de forma flexível, permitindo uma boa articulação dos meios, gestão de situações, ou seja, não constituindo mais um risco para o sistema mas sim uma escada para a resolução dos mesmos.

4.3.4. DOTAÇÃO DA ENTIDADE GESTORA DA INFRA-ESTRUTURA DA UMA CAPACIDADE DE INTERVENÇÃO EFICIENTE, PROVIDO DE UMA EFICÁCIA PROCESSUAL, DE GESTÃO DE RECURSOS E ECONOMIA DE MEIOS

Quando responsável pela manutenção de uma infra-estrutura uma entidade tem, forçosamente, que garantir as normais condições de funcionamento dos equipamentos, dos serviços que lhe estão adjacentes e dar garantias que a sua utilização não põe em risco a segurança do meio envolvente, dos seus intervenientes e que todas as operações que se revelem necessárias efectuar nesta ou nas imediações seja condicionada o mínimo possível, evitando erros e omissões processuais danosos para as infra-estruturas.

Desta forma, é necessário criar condições para controlar os inúmeros condicionantes, actuando pelo lado da prevenção de acontecimentos e com base em avaliações estatísticas e fiscalizadoras, conhecendo e identificando variações de comportamento, assim como, analisando os factores históricos que poderão ter influência ou, de alguma forma, condicionado a utilização da infra-estrutura.

Fazer um retrato histórico será, sem dúvida, uma óptima forma de prever situações futuras, acautelar incidentes ou mesmo avaliar a adequação e o desempenho de medidas e procedimentos adoptados, permitindo fazer uma avaliação dos mesmos e, caso se verifique necessário, proceder à sua correcção, adaptação e adequação para outras intervenções. É, sem dúvida, importante obter sobre os elementos um conjunto de informação com o máximo detalhe possível e que englobe, até à data, factores inerentes à sua utilização, concepção e projecto, definindo padrões e identificando características comuns aos vários elementos como indicado anteriormente.

A necessidade de subcontratação de serviços não deverá fugir a uma avaliação de alguns princípios essenciais. A gestão de empreitadas deverá, assim, garantir que as entidades subcontratadas têm o perfil adequado às necessidades emergentes, as competências técnicas necessárias para o desempenho das intervenções previstas, assim como, a certificações de garantia de qualidade para os serviços prestados, bem como da utilização de produtos e equipamentos devidamente certificados. É necessário, então, que empresas subcontratadas possuam certificações e cumpram requisitos em

campos como a Legislação, a Qualidade, o Ambiente, a Segurança da Informação, a Segurança, a Higiene e a Saúde no Trabalho, o que conferirá um ganho do ponto de vista qualitativo e um cariz profissional às intervenções realizadas.

Devido à expectável complexidade de trabalhos e à importância social que a rede de transportes representa para as cidades, em particular a preponderância que as infra-estruturas de uma rede de metropolitano como a Metro do Porto têm no dia-a-dia da zona metropolitana do Porto, a estas entidades serão exigíveis, inequivocamente, diversas garantias. Entre outras, destacam-se algumas das emitidas pela Associação Portuguesa de Certificação – APCER [77], nomeadamente no que respeita às normas:

- Marcação CE é garantida em Portugal pela APCER [77], que juntamente com o Instituto Português para a Qualidade – IPQ [78] fazem a avaliação de produtos e equipamentos de forma a garantir que estes se encontram normalizados de acordo com as leis e directivas prescritas pela União Europeia, nomeadamente pela Directiva nº 95/16/CE de 29 de Junho “Ascensores”, pela Directiva nº 89/106/CEE de 21 de Dezembro “Produtos de Construção” pela e Directiva n.º 2004/22/CE de 31 de Março “MID - Instrumentos de Medição”. Esta designação tem por base garantir a implementação dos seguintes princípios:
 - “Dar cumprimento a requisitos legais;
 - Evidenciar que os produtos são adequados para o fim a que se destinam;
 - Assegurar a remoção de barreiras ao comércio e à livre circulação de produtos dentro da UE;
 - Potenciar o aumento da confiança dos consumidores e clientes” [77]
- OHSAS18001/NP 4397:2001 - Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho, que pretende conferir às empresas uma capacidade de controlo das tarefas executadas do ponto de vista da segurança no trabalho, conferir também um indicador de estatuto de preocupação social, importante para a imagem da empresa. Esta certificação rege um amplo conjunto de princípios que garantem a implementação de critérios de segurança para a prevenção de acidentes de trabalho e doenças profissionais, numa óptica respeitosa dos interesses e saúde da organização e dos que com esta operam. Assim, OHSAS 18001 regem-se pelos seguintes princípios fundamentais:
 - Minimização do risco para colaboradores e outras partes interessadas;
 - Melhoria do desempenho da organização;
 - Factor de suporte e consolidação de uma imagem de responsabilidade social da organização.
- ISSO 9001 – Sistemas de Gestão da Qualidade, que visa suprir critérios de exigência e conferir garantias de melhoria contínua, capacitando as soluções apresentadas de um carácter de confiança para o mercado, quer pela actualidade das soluções, quer pela exigência das mesmas.
- NP 4492 - Requisitos para a Prestação de Serviços de Manutenção, que constitui uma ferramenta essencial para avaliação por parte do contratante, conferindo assim, garantias da certificação dos serviços prestados e, por isso, maiores garantias de qualidade dos serviços executados, de competitividade, nos tempos de resposta e na obtenção do produto final. Esta normativa é fruto de uma avaliação levada a cabo pela Comissão Técnica Portuguesa de Normalização - CT 94, presidida pela Associação Portuguesa de Manutenção Industrial – APMI [79] e tem como principais objectivos [77]:

- “Definir requisitos para que os prestadores de serviços de manutenção ofereçam aos seus clientes soluções que se alinhem com as suas necessidades e objectivos;
- Ser um critério de escolha do mercado e um vector comercial e de competitividade para a empresa prestadora do serviço;
- Reconhecimento e distinção dos concorrentes;
- Incremento da competência e inovação no mercado;
- Referencial com vista à certificação de prestadores de serviços de manutenção, e seu controlo periódico, através de auditorias efectuadas por um organismo certificador credível.”

De igual forma, esta certificação estabelece um conjunto de benefícios que estão na base da implementação desta certificação. São eles os seguintes:

- “Aumento da confiança por parte do cliente nos contratos de manutenção estabelecidos;
- Melhoria dos serviços prestados;
- Dinamização e qualificação das equipas de intervenção;
- Melhorar o desempenho da organização;
- Uniformizar conceitos na manutenção;
- Diferenciação no mercado.” [77]

Para a satisfação deste item é necessária, tal como descrito no Capítulo n.º 3, a existência de um conjunto de ferramentas e mecanismos capazes de, tal como descrito anteriormente, garantir em todas as situações o sucesso e o funcionamento da infra-estrutura.

Assim, são requeridos, certamente, sistemas de armazenamento associados totalmente actualizado, com um conjunto de elementos capazes de suprir as necessidades básicas e responder aos processos mais comuns. Deve existir também um conjunto de informação acerca de meios de resolução, tais como uma carteira de contactos para resolução de eventuais necessidades emergentes ou mesmo situações urgentes, como a encomenda de elementos, equipamentos ou mecanismos directamente a fabricantes ou armazenistas.

A garantia de execução dos trabalhos deverá contemplar equipas de intervenção polivalentes e com um conjunto de meios capaz e bem definido, com elementos com formação profissional adequada, capacidade de interpretação das informações, preferencialmente conhecedoras dos locais, conhecedoras dos princípios normativos para actuação e processos de intervenção de acordo com o prescrito na lei, adequadas às normas em vigor e às directivas definidas pela empresa. Devem de igual modo possuir valências técnicas e competência para desenvolver procedimentos técnicos que sejam necessários adoptar no caso de surgirem situações imprevistas ou não identificadas previamente.

Deverá ainda existir um arquivo de informação com toda a documentação existente em paralelo com o Sistema de Gestão, actualizado e com toda a informação relacionada com possíveis intervenções. Sempre que surjam alterações aos processos estes devem ser actualizados com a maior brevidade e para isso será necessário dispor de um mecanismo de processamento dessa informação bem articulado com os responsáveis das intervenções de forma a serem debelados eventuais erros ou emitidas informações processuais importantes.

5

VISITAS À INFRA-ESTRUTURA

5.1. PANORAMA GERAL

Com o apoio da empresa Manvia, foi possível realizar uma visita a alguns pontos do Metro do Porto, nomeadamente a três obras de arte distintas, duas das quais com características especiais. Os casos seleccionados foram diferentes com o intuito de proceder a uma análise do panorama global da rede. As obras de arte visitadas foram uma Passagem Superior na Estação Cândido dos Reis, o Viaduto Parque Maia e a carismática Ponte Luís I.

Com estas visitas foi possível observar com mais pormenor alguns elementos que constituem a rede e que são da responsabilidade da Manvia a sua conservação e manutenção, como por exemplo:

- Catenárias;
- Juntas de dilatação;
- Sistemas eléctricos;
- Sistemas de controlo de veículos;
- Sistemas eléctricos;
- Sinalização e comunicação;
- Sistema de iluminação;
- Carris;
- Espaços ajardinados;
- Sistemas de drenagem;
- Estruturas;
- Entre outros.

Alguns destes sistemas requerem um acompanhamento diário, outros um acompanhamento permanente. Em alguns casos só mesmo com um acompanhamento constantemente é que é possível garantir todas as condições de segurança do sistema e que o seu funcionamento se desenrola dentro da normalidade.

Para controlo de todas as situações que carecem de um acompanhamento em permanente, a infra-estrutura do Metro do Porto dispõe de um centro comandos com técnicos em permanência que acompanham o desenrolar de todos os processos e garantem que em caso de se verificar alguma anomalia que os meios de intervenção são devidamente accionados. Este complexo situa-se em Guifões e é daí que são emitidas todas as ordens de gestão da infra-estrutura de forma a garantir que todos os procedimentos de segurança estão garantidos.

É também a partir deste centro que são coordenadas as operações de intervenção na rede, normalmente situações pontuais de reparação, limpeza ou verificação de conformidades. Este centro de comandos

além de compilar todos os componentes e informações obtidos electronicamente possui equipamentos e equipas capazes de realizar intervenções. A título de exemplo temos o equipamento apresentado na figura seguinte, cuja função permite a realização de intervenções em altura e aceder a locais mais remotos nas catenárias e noutro elementos de acordo com as necessidades e falhas identificadas. Este equipamento tal como se pode observar na figura tem a possibilidade de se deslocar sobre cariz e, assim, aceder a pontos da linha não acessível a veículos automóveis convencionais.



Fig. 22 – Equipamento para manutenção em altura e em locais de difícil acesso

Tal como referido, esta visita contou com a observação de três situações distintas, estas serão apresentadas de seguida com recurso a algumas fotografias para que melhor se possa descrever as situações.

5.2. PASSAGEM SUPERIOR - ESTAÇÃO CÂNDIDO DOS REIS

Esta passagem superior é semelhante a muitas outras da rede do Metro, tanto é que a alguns metros de distância é possível encontrar outra com características muito semelhantes. Esta situação não significa, naturalmente, que se trate de uma infra-estrutura que não requeira cuidados e que não mereça a mesma atenção que as demais. É, no entanto, um exemplo claro de uma obra de arte tipificável cuja sua análise poderá resultar de um processo conjunto e em paralelo com as demais obras com características semelhantes.

Trata-se, então, de uma passagem superior pedonal e rodoviária com duas vias de trânsito com uma afluência de tráfego ligeira. Situada na linha C, numa zona semi-rural com habitações térreas e, por isso, não está sujeita à circulação de muitos veículos pesados nem a grandes velocidades. Na figura seguinte, a Figura n.º 23, é possível ter uma ideia do seu formato e de algumas características.



Fig. 23 – Passagem Superior, Estação Cândido dos Reis

Na observação realizada foi possível verificar o perfeito estado de conservação da estrutura, não existindo, por exemplo, armaduras expostas, materiais degradados ou mesmo situações de intervenção imediata visíveis a olho nu. De realçar contudo alguns aspectos, positivos e menos positivos.

Apesar de não conferirem qualquer tipo de entrave ao normal funcionamento do sistema, verifica-se alguma acumulação de lixo nos colectores, lixo variado e que se prevê que tenha sido arrastado pelo vento, situação que é certamente usual por se tratar de um espaço ao ar livre. A registar também de algumas escorrência superficial nos elementos verticais, com proveniência das condutas existentes, como se pode ver na figura.

Positivamente é de realçar o estado de conservação da generalidade dos equipamentos e estruturas, nomeadamente os taludes e os muros de contenção laterais, que se apresentam-se bem preservados. De realçar também que não se verificam quaisquer danos materiais (dignos de registo) na envolvente e que na passagem superior as protecções horizontais contra a queda de objectos se encontram retidos um paralelo com alguma dimensão e um varão de ferro com cerca de noventa centímetros de comprimento., tal como é visível na figura seguinte, a Figura n.º 24.



Fig. 24 – Protecções horizontais contra a queda de objectos

Ao contrário das outras duas obras analisadas, esta obra de arte, sendo uma passagem superior, apresenta características muito mais simples, o que se deve, em parte, à sua dimensão mas também ao tipo de utilização e de acções a que está sujeita.

5.3. VIADUTO PARQUE MAIA

Esta obra apresenta uma complexidade bastante diferente da anterior. Além de possuir uma dimensão considerável, com uma extensão de quase duzentos metros, tem um factor muito importante na sua caracterização, o facto de se destinar à circulação ferroviária.

É também uma obra recente, situada no centro da cidade da Maia, e por isso sujeita a um conjunto de externalidades mais vasto e a alvo de uma utilização com maior intensidade. O acesso este elemento da rede encontra-se limitado com barreiras e sinalização própria, isto é, de forma a impedir que pessoal não autorizado possa permanecer ou circular fora da zona correspondente à plataforma de embarque/desembarque.

Neste caso foi possível aceder a esta zona de acesso limitado, sendo possível retirar algumas ilações dessa visita.

A primeira a destacar prende-se com um vasto número de elementos danificados, como, por exemplo, candeeiros de iluminação partidos e arrancados, sinalização vandalizada, protecções retiradas, lixo na envolvente, ou seja, um conjunto de actos de vandalismo a que o sistema está sujeito.

De destacar, também, que o escoamento das águas pluviais do viaduto são feitas em secções distintas, sendo que nas zonas de declive mais acentuado registava-se uma acumulação de água devido ao entupimento teoricamente parcial do sistema de colectores. Nestes casos, simples acções de

limpeza e remoção de detritos poderá ser o suficiente para que a situação fique resolvida e evitar que se verifiquem escorrências superficiais ao longo de outros elementos.

Gostaria igualmente de salientar o sistema de juntas de dilatação, que no caso da obra de arte ser uma infra-estrutura ferroviária, é necessário garantir a continuidade do carril. Na figura seguinte, a Figura n.º 25, está uma imagem desse mesmo sistema.



Fig. 25 – Juntas de dilatação

A nível das estruturas, este viaduto encontra-se em perfeito estado de conservação, sem que exista qualquer situação eventualmente anómala a registar. Os pontos que, além do anteriormente especificado, poderão, aparentemente, requerer alguma intervenção estão apresentados nas figuras seguintes.



Fig. 26 – Patologia registada junto a uma curva de um tubo



Fig. 27 – Pilar com sinais de deterioração

Os casos apresentados nas Figuras n.º 26 e n.º 27 são casos únicos nesta estrutura. Nada faz prever que ocorram noutros locais, contudo estamos perante duas situações que devem ser registadas e acompanhadas.

Fora os apontamentos indicados, todo o Viaduto Parque da Maia se encontra em perfeito estado de conservação.

5.4. PONTE LUÍS I

Relativamente à Ponte Luís I, que dispensa apresentações, nada de grave há a registar. Esta ponte apesar de ter já muitos anos foi recentemente intervencionada, nomeadamente aquando das obras de reabilitação para conferir capacidade a esta infra-estrutura de ser atravessada pelo Metro.

Tal como Viaduto Parque Maia, esta ponte possui também um sistema de juntas de dilatação deslizantes, evitando que algumas oscilações se traduzam em complicações para a circulação das composições. Em semelhança com as anteriores possui também uma exposição considerável a actos de vandalismo. É frequente encontrar-se iluminarias arrancadas ou danificadas, sinalizações partidas ou removidas, entre outras, anomalias.

Na visita efectuada foi possível percorrer toda a ponte pela zona interior, neste caso, através de um acesso criado por baixo do tabuleiro superior e que permite a circulação de pessoas ao longo de toda a extensão da ponte sem qualquer dificuldade e sem que se tenha de equipar especialmente para o efeito. Neste percurso é possível observar apoios, ligações entre elementos, componentes, a sua conservação, as traves que unem os carris, mas, sobretudo, é possível ter uma visão da complexidade e da quantidade de elementos que a constituem, da forma e da articulação entre eles.

Ao longo da visita não se registaram quaisquer situações de deficiência relevante. A registar apenas poucas situações de ferrugem em zonas mais escondidas, alguns componente, neste caso de iluminação, a precisar de substituição, mas sempre coisas mínimas. Na figura seguinte está o exemplo da situação que apresentava indícios de deterioração.



Fig. 28 – Ligação entre elementos e o apoio

5.5. CONSIDERAÇÕES

Ao longo dos últimos anos e apesar de uma curta vida, o Metro do Porto possui um elevado número de registos de intervenções de manutenção e reparação nas suas infra-estruturas. Segundo registos que datam do ano de 2003 até à data, ou seja num período de oito anos já foram efectuadas cerca de vinte mil acções, sendo que dessas a quase oito mil foram imputados motivos relacionados com vandalismo. Das restantes apenas cinco são medidas preventivas. De salientar também que foram processadas ainda outras intervenções, neste caso ao abrigo das garantias que de construção.

Portanto, tal como referido no início deste capítulo a infra-estrutura do Metro do Porto apresenta um estado de conservação invejável. Para isso contribui imenso a idade da infra-estrutura pois sendo recente não deverá apresentar sinais de degradação. Contudo é notória uma preocupação com a reposição de elementos, a manutenção de equipamentos e a correcção de situações com proveniência em vandalismo. Aliás, de acordo com o espectro de intervenções realizadas e documentadas sobre a infra-estrutura, o vandalismo surge destacado como a principal causa de manutenção da rede. É uma situação que do ponto de vista social e cívico é de lamentar mas que do ponto de vista da Engenharia é algo que deverá ser previsto e, por isso, desenvolvidos os procedimentos adequados para que estas situações sejam debeladas da forma mais assertiva. Assim, o sistema de gestão da manutenção, tal como indicado no ponto quatro deste documento deve actuar de forma a tentar prevenir estas situações pela adopção de medidas de controlo, como a introdução de sistemas de vigilância e identificação de eventuais falhas de operacionalidade, e pela definição de protocolos com vista à reposição dos sistemas.

6

SÍNTESE FINAL

A Engenharia surge sempre como forma de solucionar, responder e actuar perante problemas ou como forma de encontrar soluções que melhor sirvam as populações. Esta frase foi referida anteriormente neste trabalho e traduz a natureza desta dissertação, naturalmente não pela sua essência mas pelo seu âmbito ser vocacionado para uma matéria de extrema importância para o mundo e para as sociedades actuais como as conhecemos.

As redes de infra-estruturas de transportes surgem, actualmente, como um dos meios primordiais para a vida do homem em sociedade, seja pela mobilidade que permitem, pelas trocas comerciais que impulsionam ou até pela movimentação de bens e serviços que conferem.

Ao longo deste documento foi exposta a importância de criar alternativas para o desenvolvimento da sociedade portuguesa. Os caminhos apontados passavam essencialmente pela diversificação e pela procura de novas áreas, entre as quais se especificou o mercado da Manutenção. Isto não significa que se deve incitar a que as empresas passem a actuar exclusivamente no campo da manutenção, quer sim dizer que esta é uma preocupação emergente e que deve ser tida em consideração em todos os novos projectos mas que também tem que ser adoptada às obras e aos projectos antigos e sem desenvoltura de especialidades, sob pena de assistirmos impávidos à criação de uma sociedade devoluta.

Desta forma, é importante definir estratégias tendo em vista a melhoria das condições de vida, de segurança e de qualidade dos equipamentos. Para isso, tal como documentado ao longo deste trabalho, para a área das infra-estruturas de transporte, mais especificamente para o campo das obras de arte, é necessário adoptar um conjunto de medidas que visem a garantia da manutenção destes, o correcto e adequado funcionamento dos diversos elementos e o bom desempenho no tempo das funções que os caracterizam.

É neste sentido, por isso, que após uma exposição das formas de actuação e das práticas de algumas empresas se revela imperioso definir um modo operandis para o sistema em análise. Assim, no Capítulo n.º 4, foi apresentada uma metodologia de actuação perante a problemática da manutenção e da monitorização das obras de arte, em específico para o caso do Metro do Porto. De realçar a necessidade de adequação dos modelos preconizados às aplicações a que se destinam, isto é, os modelos devem ser desenvolvidos de acordo com as necessidades, especificidades e características que definem o âmbito dos objectos de estudo, ponto basilar para o bom desempenho do modelo e que vai de encontro ao objectivo definido no início deste trabalho.

A exposição destes princípios teóricos foi realizada, tal como indicado nos objectivos definidos, no Capítulo n.º 1, criando um vector de actuação, isto é, um procedimento capaz de trazer garantias ao sistema global, pondo em prática um conjunto de boas práticas e de critérios associados à experiência.

Tal como previsto para o desenvolvimento deste trabalho, foram efectuadas algumas incursões a locais específicos, nomeadamente obras de arte que constituem a infra-estrutura Metro do Porto, tendo em consideração a necessidade de análise de elementos de cariz diverso de forma conferissem um espectro de análise mais diversificado. Estas visitas tiveram, tal como identificado e exposto no Capítulo n.º 5, um carácter de observação e como objectivo a recolha de elementos e a identificação de situações de potenciais intervenções na infra-estrutura.

De realçar e reforçar, ainda, a importância do rigor nestas actuações, situações de incoerência, falta de atenção, falta de responsabilidade ou mesmo de desleixo que podem resultar em avaliações erradas e, consequentemente, na adopção de processos e no encaminhamento de recursos de forma menos assertiva.

Ora, uma boa gestão destas metodologias levará certamente a uma contenção dos custos, ao acréscimo de valor e à prevenção de acidentes e incidentes, possibilitando que com um conhecimento global profundo seja realizada uma distribuição racional de todos os recursos e uma satisfação plena dos objectivos.

Através desta racionalização seria possível combater inúmeros problemas, ou seja, definindo procedimentos rigorosos de actuação pode-se contribuir para a concretização de processos normativos e, consequentemente, para um aumento de conhecimento que, no caso de ser amplamente difundido, poderá ir de encontro ao problema americano indicado no ponto 2.5, a falta de estruturas de conhecimento e de formas de actuação.

BIBLIOGRAFIA

- [1] www.ordemdosengenheiros.pt Janeiro 2011
- [2] <http://www.base.gov.pt/legislacao/Legislacao/Portaria701H2008.pdf> Janeiro 2011
- [3] <http://www.oasrn.org/upload/apoio/legislacao/pdf/ichop.pdf> Janeiro 2011
- [4] <http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/eng.civil/recomendacoes.pdf> Janeiro 2011
- [5] <http://www.ordeng.webside.pt/Portals/0/ColCivil-Actoscompetencias.pdf> Janeiro 2011
- [6] http://www.cpci.pt/wp-content/uploads/2010/10/Estudo_CPCI.pdf Janeiro 2011
- [7] Carvalho, Alda, *Boletim Mensal de Estatística Novembro 2010*, INE, IP, 2010
- [8] Carvalho, Alda, *Anuário Estatístico de Portugal 2009*, INE, IP, 2010
- [10] http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine_censos_estudo_det&menuBOUI=13707294&contexto=es&ESTUDOSest_boui=106319&ESTUDOSmodo=2&selTab=tab1 Janeiro 2011
- [11] <http://www.polis.maotdr.gov.pt/> Janeiro 2011
- [12] <https://www.vortal.biz/documentos/default.asp?cmd=aneopView&folder=/documentos/estudos&file=ANEOP%20ANO%202009%20PERSPECTIVAS%202010.PDF&prm=> Janeiro 2011
- [13] http://www.qren.pt/item3.php?lang=0&id_channel=34&id_page=203 Janeiro 2011
- [14] http://www.qren.pt/item3.php?lang=0&id_channel=34&id_page=203 Janeiro 2011
- [15] http://proemprego.azores.gov.pt/Portals/0/legislacao/32_DECIS%C3%83O%20DO%20CONSELHO%20de%206%20de%20Outubro%20de%202006.pdf Janeiro 2011
- [16] <http://oefp.iefp.pt/admin/upload/Conferencias/Regulares/a15233e8-0d2c-4843-9f29-bbbf4c1b4898.pdf> Janeiro 2011
- [17] http://ec.europa.eu/transport/roadsafety_library/publications/supreme_c_pt.pdf Janeiro 2011
- [18] http://ec.europa.eu/regional_policy/////funds/download/ispa/projects/power_pt.pdf Janeiro 2011
- [19] http://ec.europa.eu/regional_policy/////funds/download/ispa/projects/zabo_pt.pdf Janeiro 2011
- [20] www.dot.gov/recovery Janeiro 2011
- [21] http://news.transportation.org/press_release.aspx?Action=ViewNews&NewsID=184 Janeiro 2011
- [22] <http://www.transportation.org/sites/aashto/docs/Lee-2010-11-17.pdf> Janeiro 2011
- [23] www.oig.dot.gov/sites/dot/files/pdffdocs/FINAL_for_508.pdf Janeiro 2011
- [24] <http://www.transportation.org/sites/maintenance/docs/SCOM%20Bridge%20Preservation%20Strategic%20Plan.pdf> Janeiro 2011
- [25] <http://dre.pt/pdf1s/2006/03/061A00/22682279.pdf> Janeiro 2011
- [26] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:201:0056:0076:PT:PDF> Janeiro 2011
- [27] <http://dre.pt/pdf1sdip/2010/12/25001/0000400012.pdf> Janeiro 2011
- [28] Crespomarquez, A. and J. Gupta (2006). "Contemporary maintenance management: process, framework and supporting pillars." *Omega* 34(3): 313-326

- [29] Kans, M. and A. Ingwald (2008). "Common database for cost-effective improvement of maintenance performance." *International Journal of Production Economics* 113(2): 734-747.
- [30] Miyamoto, A. K. Kawamura and H. Nakamura (2000), "Bridge Management System and Maintenance Optimization for Existing Bridges", Department of Computer and Systems Engineering, Yamaguchi University, Tokiwadai 2557, Ube 755, Japan
- [31] Cheng, Y. and S. Leu (2008). "Constraint-based clustering model for determining contract packages of bridge maintenance inspection." *Automation in Construction* 17(6): 682-690
- [32] <http://www.betar.pt/SGQ.pdf> Janeiro 2011
- [33] www.betar.pt Janeiro 2011
- [34] <http://www.betar.pt/CV-C.pdf> Janeiro 2011
- [35] <http://www.dec.fct.unl.pt/UNIC/palestras/Palestras2005/Brisa/SGOA.pdf> Janeiro 2011
- [36] www.brisa.pt Janeiro 2011
- [37] www.barraqueiro.com Janeiro 2011
- [38] www.refer.pt Janeiro 2011
- [39] http://issuu.com/adfer/docs/ferxxi38/32?mode=a_p Janeiro 2011
- [40] <http://www.fertagus.pt/> Janeiro 2011
- [41] <http://www.mts.pt/> Janeiro 2011
- [42] www.jornaldaconstrucao.pt Janeiro 2011
- [43] <http://www.directorio.moptc.pt/indexb.asp?detalhe=58&opcao=1> Janeiro 2011
- [44] <http://dre.pt/pdf1sdip/2006/10/20800/75017508.pdf>. Janeiro 2011
- [45] <http://dre.pt/pdf1s/2007/12/25100/0916409165.pdf> Janeiro 2011
- [46] <http://www.refer.pt/MenuPrincipal/REFER/AEmpresa/GovernodaSociedade.aspx> Janeiro 2011
- [47] <http://www.refer.pt/MenuPrincipal/REFER/AEmpresa/RelatoriosdeGestao.aspx> Janeiro 2011
- [48] www.grid.pt Janeiro 2011
- [49] http://issuu.com/adfer/docs/ferxxi33/1?mode=a_p Janeiro 2011
- [50] www.estradasdeportugal.pt Janeiro 2011
- [52] www.transdev.pt Janeiro 2011
- [53] www.viaporito.eu Janeiro 2011
- [54] www.arriva.co.uk Janeiro 2011
- [55] www.keolis.fr Janeiro 2011
- [56] www.manvia.pt Janeiro 2011
- [57] www.metrodoporto.pt Janeiro 2011
- [58] <http://osha.europa.eu/en> Janeiro 2011
- [59] Sanches, Romeu. Campos, Rui. *Análise de Riscos Técnicos na Concepção dos Sistemas de Garantia da Qualidade da Mota-Engil Engenharia*, Repensar a Construção, DEC FEUP, 2004

- [60] http://www.bwclark.com/downloads/banner/ms_t9_t1_e.pdf Janeiro 2011
- [61] http://www.inform.pt/seminarios/shst/pdf/AR_RuiVeiga.pdf Janeiro 2011
- [62] Moreira da Costa, Jorge, *Apontamentos da disciplina Qualidade na Construção 2010/2011*, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.
- [63] <http://www.qualitel.org/> Janeiro 2011
- [64] *Le Bilan Patrimoine Habitat*, Cerqual, 2005
- [65] http://www.cerqual.fr/fileadmin/CERQUAL/BPH_PH_PHE/referentiel_bph/brochure_bph.pdf Janeiro 2011
- [66] http://www.fep.up.pt/disciplinas/PGI914/Ref_topico3/FMEA_SS_MF_JB_QIC2006.pdf Janeiro 2011
- [67] <http://cnpqb.inag.pt/imagens/relProgJaneiro05.pdf> Janeiro 2011
- [68] <http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf> Janeiro 2011
- [69] http://www.fep.up.pt/disciplinas/PGI914/Ref_topico3/Estrategia_de_gestao_de_obras_de_arte_M_A_JMC_C2004.pdf Janeiro 2011
- [70] Rodrigues, Marta, *Análise de Risco em Projectos de Construção*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009
- [72] <http://www.insht.es> Janeiro 2011
- [73] <http://www.factor-segur.pt/artigosA/artigos/Metodos%20avaliacao%20de%20riscos.pdf> Janeiro 2011
- [74] http://www.oig.dot.gov/sites/dot/files/pdfdocs/FINAL_for_508.pdf Janeiro 2011
- [75] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31989L0391:PT:HTML> Janeiro 2011
- [76] www.hsa.ie/eng/ Janeiro 2011
- [77] www.apcer.pt Janeiro 2011
- [78] www.ipq.pt Janeiro 2011
- [79] www.apmi.pt Janeiro 2011