

Estudo da Qualidade do Projeto de Estruturas de Edifícios



José Carlos Lino¹



José Sena-Cruz²



**Christophe
Fernandes³**

RESUMO

No contexto nacional, a preocupação pela garantia de qualidade dos projetos de estruturas tem vindo a ganhar cada vez mais importância. De facto, esta temática tem sido discutida de forma a sensibilizar os engenheiros para a necessidade de executarem os seus projetos, cada vez, com maior qualidade, visto que, esta componente/etapa tem implicações determinantes no sucesso de todo o ciclo das atividades associadas ao processo construtivo.

Da pesquisa efetuada foi possível concluir que a informação existente sobre esta temática é escassa e, porventura em muitos casos, desatualizada. Apesar disso, a metodologia proposta por Moreira da Costa [1], para avaliação da qualidade dos projetos de estruturas, revelou-se como sendo a mais completa.

Assim, com o objetivo de classificar a qualidade do projeto de estruturas numa amostra de edifícios de médio porte, foi desenvolvida uma metodologia, que em grande medida se baseou na proposta de Moreira da Costa, à qual foram introduzidas alterações de forma a ser adaptada às novas regulamentações e às novas formas de abordar a análise estrutural.

O estudo incidiu na análise de projetos de estruturas disponibilizados pela Câmara Municipal de Guimarães (Projetos Base) e pela empresa CASAIS – Engenharia e Construção S.A. (Projetos de Execução).

Por último, foi melhorada uma ficha de revisão e verificação do projeto de estruturas que visa orientar o projetista na conceção e auxiliá-lo no desenvolvimento do projeto de estruturas.

O presente artigo teve por base a Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil elaborada por Christophe Fernandes e orientada pelos restantes autores.

Palavras-chave: Projeto de Estruturas, Qualidade, Revisão, Verificação

¹ ISISE, Univ. do Minho, Escola de Engenharia, Dep. de Engenharia Civil, Guimarães, Portugal. jlino@civil.uminho.pt

² ISISE, Univ. do Minho, Escola de Engenharia, Dep. de Engenharia Civil, Guimarães, Portugal. jsena@civil.uminho.pt

³ Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Dep. de Engenharia Civil, Guimarães, Portugal. chrisfer.cm@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Entre outros aspetos, a garantia da qualidade visa, por um lado, a satisfação dos objetivos do cliente e, por outro, o controlo dos processos e procedimentos de modo a reduzir ao máximo a possibilidade de existência de defeitos e falhas.

Assim sendo, as peças escritas e desenhadas de um projeto de estruturas devem estar elaboradas de modo a proporcionar uma fácil interpretação dos seus conteúdos, não suscitando dúvidas e permitindo uma execução em obra que esteja de acordo com o planeamento e a preparação aprovados pela gestão da obra. Por outro lado, devem ser implementados mecanismos de controlo e verificação, que permitam a filtragem dos possíveis defeitos e erros ao longo do desenvolvimento de um projeto.

Não existe, ainda, no nosso país uma entidade fiscalizadora que avalie e aprove a qualidade dos projetos de estruturas de forma a garantir o seu controlo.

Na opinião de Brito [2], o projeto de estruturas tem sido laxista em vários domínios, o que tem permitido uma concorrência desleal e uma diminuição da qualidade. Ainda segundo Brito [2], a causa da falta de qualidade no projeto de estruturas é devida a interesses económicos, falta de preparação dos projetistas, prazos inaceitavelmente curtos, falta de deontologia profissional de alguns dos intervenientes, má utilização das ferramentas de cálculo e falta de supervisão durante a aprovação dos projetos.

Igualmente, Figueiras e Ribas [3] também correlacionam os erros cometidos durante a fase de projeto de estruturas com a possibilidade de provocarem patologias estruturais, nomeadamente devido a má conceção, indevida contabilização das ações atuantes, características de durabilidade desadequadas, modelação inadequada, utilização imprópria de programas de cálculo e pormenorização deficiente, entre outros.

A ordem dos engenheiros (OE) tem estado cada vez mais atenta a esta problemática, assumindo um papel ativo na sensibilização dos engenheiros para uma melhoria da qualidade dos seus projetos. Segundo Sousa [4], a etapa correspondente à conceção e projeto construtivo assume uma importância fulcral no que diz respeito ao sucesso das atividades de construção. Apesar das facilidades do uso de *software*, a qualidade de muitos projetos nacionais é fraca, com reflexos diretos na qualidade final dos produtos da construção. Uma das formas de diminuir esta possibilidade de erros poderá passar pela revisão sistemática dos projetos.

Neste panorama, procurando acrescentar um contributo positivo para a melhoria da qualidade do resultado deste setor de atividade, procurou conduzir-se este trabalho com os seguintes objetivos principais:

- Melhoramento e atualização do estado de conhecimento relativo à análise da qualidade do projeto de estruturas de edifícios;
- Apresentação de uma metodologia de avaliação dos projetos de estruturas tendo por base as existentes;
- Realização de diversos casos de estudo a partir do acesso a diferentes fontes e níveis do projeto de estruturas, nomeadamente, Projetos Base existentes nas autoridades locais (e.g. Câmaras Municipais) e Projetos de Execução obtidos de empreiteiros. A amostragem recolhida incidirá sobre os edifícios urbanos e habitacionais/comerciais de médio porte;
- Proposta de uma ficha de revisão e verificação do projeto de estruturas a ser usada pelos projetistas;
- A divulgação de um tema que pode contribuir, em muito, para a melhoria do estado global do setor.

2. REGULAMENTAÇÃO

No campo do projeto de estruturas existe uma vasta regulamentação, disseminada por múltiplos instrumentos legislativos e regulatórios, dificilmente compiláveis num único tomo. Atualmente, para desenvolver um projeto de estruturas de um edifício, é necessário ter em conta as disposições dos múltiplos regulamentos, no que se refere a edifícios de betão armado, estando em vigor o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (REBAP) [5] e o Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA) [6] tendo-se já iniciado a fase transitória para a implementação dos eurocódigos estruturais. Estes novos códigos, elaborados sob supervisão do comité técnico europeu de normalização (CEN/TC 250) [7], constituem a nova base da legislação uniformizada para o projeto de estruturas, abrangendo diversas áreas desde a geotécnica, à análise dinâmica, ou à resistência ao fogo, e diversos materiais, como o betão, o aço a madeira e o alumínio.

Além destes normativos, foram publicadas na Portaria nº 701-H [8], as instruções para a elaboração de projetos de obras. A referida portaria descreve os requisitos que são necessários assegurar para cada uma das fases de projeto, de modo a garantir uma boa qualidade final:

- Programa Preliminar;
- Programa Base;
- Estudo Prévio;
- Anteprojecto ou Projecto Base;
- Projecto de Execução.

Estes requisitos são abrangentes e são apresentados numa sequência adequada de crescente pormenorização das respetivas peças de projeto mas, por vezes, não são respeitados ou apenas parcialmente considerados. São exemplos disso, o pouco cuidado dedicado às fases iniciais de especificação dos pressupostos programáticos aos estudos dos condicionamentos existentes, sejam eles legais, topográficos, urbanísticos, geotécnicos ou ambientais, como os térmicos e acústicos, ou à elaboração de um plano de observação que assegure as condições de segurança da obra.

Apesar de não ter carácter vinculativo, o colégio de engenharia civil da ordem dos engenheiros formulou um conjunto de recomendações [9] que procuram contribuir para a melhoria da qualidade dos atos profissionais dos seus membros. Estas formulações abrangem de modo genérico a atividade do engenheiro e em particular a do projetista de estruturas.

Em relação à atuação do engenheiro civil de um modo geral, a OE sensibiliza os seus membros para três pontos fundamentais: a ética, a qualificação e o uso indevido das ferramentas informáticas. O desrespeito pela ética e pela deontologia profissional está na base de uma grande percentagem das causas de projetos deficientes. Também a qualificação profissional, nomeadamente através da formação académica e da experiência profissional de todos os intervenientes na realização de um projeto de estruturas têm implicações diretas na garantia da qualidade. Por último, as ferramentas informáticas, cuja utilização intensiva e sem critério dos programas de cálculo automático disponíveis no mercado se tem revelado uma das principais causas de projetos deficientes, com consequências importantes nas condições de segurança e de utilização das construções.

Como complemento destas recomendações, de modo a assegurar o controlo e garantias da qualidade, a OE recomenda a revisão de projeto, a implementação de um seguro de projeto bem e a criação de um sistema integrado de certificação da construção.

Em concreto, em relação à revisão de projeto, a OE [9] considera que esta constitui uma atividade fundamental do controlo de qualidade e deve ser exercida, no estrito cumprimento da deontologia profissional, com um nível associado a uma classe de risco e por técnicos independentes e experientes, ciente que, esta revisão, se deve centrar prioritariamente na componente da conceção e modelação estrutural e incluir, entre outras, as seguintes ações:

- Avaliação da qualidade e exequibilidade das soluções de projeto;
- Análise da adequação das especificações técnicas;

- Verificação da consistência, da compatibilidade e da suficiência da informação para construção, nomeadamente no domínio da informação geotécnica;
- Garantia da coerência entre as peças do projeto e da compatibilidade das soluções estruturais com os requisitos das outras áreas disciplinares.

Em relação às recomendações específicas para o projeto de estruturas, o colégio de engenharia civil da OE refere a organização do projeto e da respetiva equipa e a graduação dos atos de engenharia de estruturas. Em relação à organização do projeto e da respetiva equipa esta deve cumprir as seguintes condições:

- Constituição completa e correta das peças do projeto (escritas e desenhadas) correspondentes a cada fase do projeto;
- Elaboração adequada da memória descritiva e justificativa do projeto, de modo a permitir uma clara identificação e verificação dos dados e das soluções do projeto, muito em particular, dos modelos e das ações adotadas no cálculo automático;
- Direção, enquadramento e coordenação das equipas de projeto, constituídas em função das especificidades da construção;
- Valorização da ação do coordenador do projeto;
- Implementação de um sistema, mesmo que expedito, de verificação das peças de projeto antes da sua submissão e posterior avaliação da sua conformidade e suficiência para efeitos construtivos;
- Elaboração de especificações e de peças desenhadas relativas às condições de execução;
- Especificação e eventual pormenorização de elementos não estruturais;
- A graduação dos atos de engenharia de estruturas deve ser feita em função dos graus de exigência e de complexidade, e com o objetivo do seu exercício ser limitado a profissionais com a necessária qualificação.

3. METODOLOGIA

Para avaliação da qualidade dos projetos de estruturas analisados, adotou-se a metodologia proposta de Moreira da Costa [1] e tendo em consideração as alterações realizadas por Carvalho [10], introduziram-se alterações em conformidade com a mais recente regulamentação.

Para cada projeto efetuou-se a avaliação ao nível das fundações e da superestrutura. A avaliação de cada um destes grupos foi realizada através de uma análise que teve em consideração os diversos objetivos/critérios propostos, aos quais foi atribuída uma classificação em conformidade com a informação contida. A classificação foi atribuída recorrendo a uma escala quantitativa de 0 a 4 valores.

3.1 Grupo I - Avaliação das fundações

Em geral, as fundações são os últimos elementos a serem analisados e dimensionados num projecto de estruturas. Estes elementos dependem do dimensionamento da superestrutura (ações permanentes, variáveis e, eventualmente, de acidente) dos quais resultam ações verticais, horizontais, momentos flectores (eventualmente momentos torsores) a considerar no seu dimensionamento.

Nesta metodologia é tido em consideração o modo como o projetista estima a capacidade resistente do solo de fundação, as soluções que adota para a transmissão das forças (tendo especial atenção aos locais periféricos do edifício) e o rigor existente na quantificação dessas forças.

Segue-se, no Quadro 1, a listagem dos parâmetros sujeitos a análise para a avaliação das fundações num projecto de estruturas.

Quadro 1. Parâmetros essenciais para a avaliação da qualidade do projeto de dimensionamento das fundações (adaptado de Carvalho [10]).

Grupo I: Fundações	F1 – Informação Geotécnica	
	F1.1	Relatório geotécnico
	F1.2	Definição do tipo de fundação
	F1.3	Profundidade de implantação das fundações
	F2 – Dimensionamento	
	F2.1	Ações consideradas
	F2.2	Capacidade resistente
	F2.3	Situações de periferia do edifício
	F3 – Pormenorização	
	F3.1	Organização da planta de fundações
	F3.2	Homogeneização de dimensões
	F3.3	Disposições de armaduras

Não cabendo neste artigo a total explicação dos critérios de avaliação para cada um destes parâmetros. Refere-se, a título de exemplo, a avaliação da capacidade resistente (F2.2). Depois de se identificar se se está perante fundações diretas ou indiretas, no primeiro caso, o dimensionamento das fundações pode ser realizado usando um método directo, um método indirecto ou um método prescritivo conforme descrito na Secção 4.4, Parágrafo (5) do Eurocódigo 7 (EN1997-1:2004) também devendo ser verificado o dimensionamento de armaduras, das tensões de corte em viga larga e do punçoamento. Já no caso do dimensionamento das fundações indiretas, este deve ser realizado tendo por base, um dos procedimentos descritos na secção 7.4.1 do Eurocódigo 7-Parte 1 (EN 1997-1:2004).

Apresenta-se de seguida, no Quadro 2, a título ilustrativo, a matriz de classificação deste parâmetro.

Quadro 2. Pressupostos para a avaliação do item correspondente à capacidade resistente de fundações diretas e indiretas (adaptado de Moreira da Costa[1])

Situação das Fundações Diretas	Classificação
O dimensionamento das fundações é realizado segundo um dos métodos descritos no Eurocódigo 7, apresenta o dimensionamento de armaduras, verificação das tensões de corte em viga larga e do punçoamento.	4
A verificação e dimensionamento das fundações directas são omissos.	0
Situação das Fundações Indirectas	Classificação
O dimensionamento das fundações indirectas é realizado tendo por base um dos procedimentos descritos no Eurocódigo 7.	4
O dimensionamento das fundações indirectas é omissos.	0

3.2 Grupo II - Avaliação da superestrutura

Neste grupo são analisados os aspetos relacionados com a conceção estrutural global e o rigor envolvido no desenvolvimento da análise estrutural. São tidos em conta diversos aspetos, tais como, a quantificação das diversas ações, o dimensionamento das peças e a apresentação de elementos desenhados para execução.

Existem assim vários objetivos/critérios que devem ser considerados de forma a proceder a uma correta avaliação dos mesmos. Os objetivos/critérios que devem ser analisados para a avaliação da superestrutura de um projeto de estruturas são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3. Parâmetros essenciais para a avaliação da qualidade do projeto de dimensionamento da superestrutura (adaptado de Moreira da Costa [1])

Grupo II: Superestrutura	E1 – Conceção estrutural	
	E1.1	Definição em peças escritas
	E1.2	Distribuição em planta e altura
	E2 – Avaliação de ações	
	E2.1	Ações verticais
	E2.2	Ações horizontais
	E2.3	Combinação de ações
	E3 – Dimensionamento	
	E3.1	Modelo de cálculo global
	E3.2	Esforços envolventes em elementos horizontais
	E3.3	Esforços envolventes em elementos verticais
	E4 – Pormenorização	
	E4.1	Plantas estruturais
	E4.2	Elementos horizontais
	E4.3	Elementos verticais
	E4.4	Situações particulares

3.3 Ponderação do valor relativo a atribuir a cada um dos parâmetros analisados

Foi adotada a ponderação proposta por Moreira da Costa [1], resultante da consulta a uma amostra de projetistas que permitiu assumir valores médios e consensuais de distribuição de pesos de ponderação de cada um dos parâmetros.

A única adaptação que se efetuou foi no peso relativo dos dois grandes grupos de avaliação, fundações e superestrutura. Esta ponderação foi reatualizada, recorrendo-se à entrevista de projetistas experientes, e procurou incluir a importância atual que cada um destes grupos tem quer para as avarias e patologias, quer para o desvio das soluções mais económicas, que possam surgir, como resultado da diminuição da qualidade do projeto. Optou-se por atribuir um peso de 30% às fundações e 70% à superestrutura. Foi com estas ponderações que se avançou para a avaliação sistemática dos casos em estudo, conforme se descreve no ponto seguinte, o que permitiu a avaliação final da qualidade de cada um desses projetos de estruturas.

4. ANÁLISE DE PROJETOS

Procurando obter uma amostra aleatória e o mais representativa possível dos projetos de estruturas atuais, de edifícios de médio porte, conseguiu-se o acesso a projetos existentes nos serviços de urbanismo de uma câmara municipal (Câmara Municipal de Guimarães) e num empreiteiro (CASAIS – Engenharia e Construção, S.A.). Naturalmente, dada a natureza e a fase de intervenção de cada uma destas entidades, o grau de execução dos projetos foi classificado ao nível do Projeto Base para os projetos de licenciamento disponibilizados pela Câmara Municipal de Guimarães e ao nível do Projeto de Execução para os projetos do empreiteiro CASAIS.

4.1 Avaliação de Projetos Base

Foram realizadas avaliações a 10 projetos de estruturas (correspondentes à fase de Projeto Base), relativos a edifícios de habitação e serviços, conforme já se referiu, disponibilizados pela Câmara Municipal de Guimarães. As obras analisadas referem-se a edifícios de habitação e comércio, datados de 2005 a 2011, com uma área de construção entre 1.500 e 10.000 m² e com 3 a 6 pisos. Apresenta-se na Fig. 1 a distribuição da amostra no que diz respeito à classe de betão e de aço adotadas, bem como ao *software* de cálculo automático.

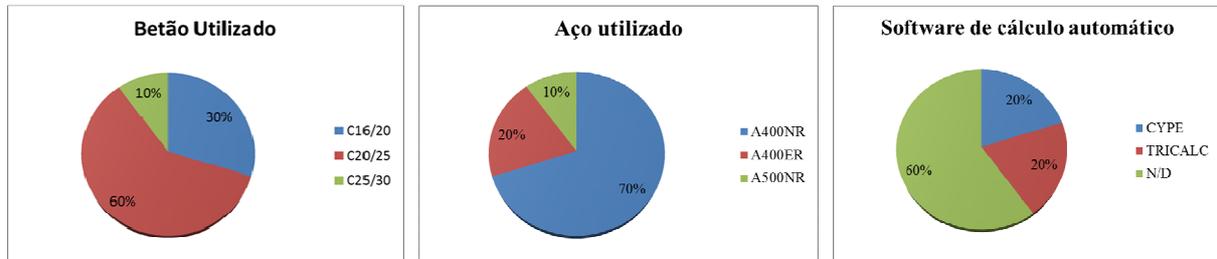


Figura 1. Análise de Projetos Base: classe dos materiais e *software* utilizados.

Da avaliação destes projetos, resultou um intervalo de classificação entre 2,3 e 3,6, com uma média global de 3,05 valores, com um desvio padrão igual a 0,45 e um coeficiente de variação igual a 0,15 (numa escala quantitativa de 0 a 4 valores).

Perante estes resultados, pode afirmar-se que os projectos apresentam uma boa qualidade em geral. Contudo, verifica-se que o Grupo I, correspondente às fundações, deveria ser alvo de mais atenção por parte dos projectistas devendo estes, exigir mais estudos geotécnicos aos terrenos em causa.

4.2 Avaliação de Projetos de Execução

Foram também realizadas avaliações a 9 projetos de estruturas (correspondentes à fase de Projeto de Execução), relativos a edifícios de habitação, comércio e serviços, disponibilizados pela empresa CASAIS – Engenharia e Construção, S.A. As obras analisadas referem-se a edifícios de habitação, comércio e serviços, datados de 2009 e 2010, com uma área de construção entre 3.600 e 11.000 m² e com 2 a 6 pisos. Apresenta-se na Fig. 2 a distribuição da amostra no que diz respeito à classe de betão e de aço adotadas, bem como ao *software* de cálculo automático.

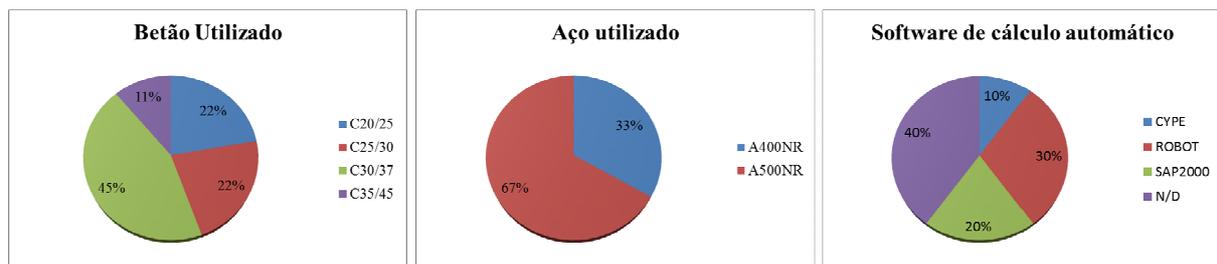


Figura 2. Análise de Projetos de Execução – Classe dos materiais e *software* utilizados.

Da avaliação destes projetos, resultou um intervalo de classificação entre 2,4 e 4,0, com uma média global de 3,38 valores, com um desvio padrão igual a 0,57 e um coeficiente de variação igual a 0,17 (numa escala quantitativa de 0 a 4 valores).

Perante os resultados obtidos, pode afirmar-se que os projetos de estruturas avaliados apresentavam boa qualidade, estando isto espelhado na apresentação das peças escritas, nos relatórios geotécnicos e nos cálculos em anexo, bem como, nas peças desenhadas.

4.3 Comparação com avaliações de Carvalho [10]

De modo a poder efetuar-se uma comparação dos resultados por nós obtidos com os resultados obtidos na avaliação de Carvalho [10], ajustaram-se as suas classificações, tendo em conta as novas ponderações adotadas neste trabalho. Verificou-se uma melhoria significativa na classificação média global dos projetos, entre a avaliação de 2008 e a avaliação de 2012, conforme se apresenta na Fig. 3.

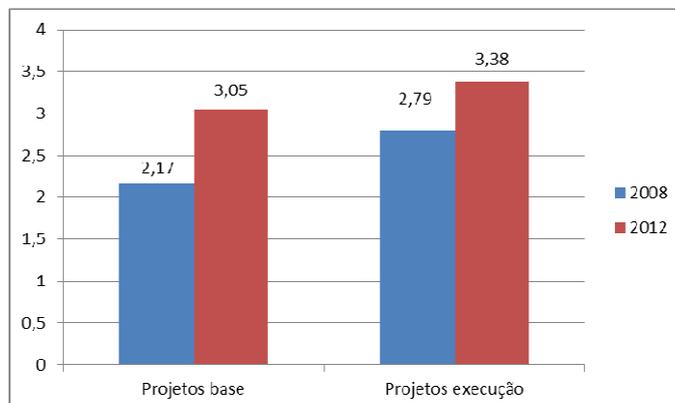


Figura 3. Análise comparativa dos projetos analisados - 2008 vs. 2012

Esta melhoria resulta da evidência de mais quantidade de informação nos projetos de estruturas, que reflete uma maior preocupação por parte dos projetistas. No entanto, ainda não é possível observar explicitamente resultados de alguma sensibilização dos intervenientes, no que diz respeito às especificações iniciais, aos cuidados na conceção e à adoção de metodologias de controlo e filtragem dos erros ao longo do processo de desenvolvimento do projeto.

5. FICHA DE REVISÃO E VERIFICAÇÃO

Com o intuito de contribuir para a implementação efetiva de medidas que sejam auxiliares ao projetista nesta sua sensibilização para a melhoria da qualidade do projeto de estruturas, propôs-se uma ficha de verificação de pontos-chave que deverão ser considerados aquando do desenvolvimento do projeto.

A proposta que aqui se apresenta (ver Quadro 4) teve por base a ficha existente na Newton – Consultores de Engenharia, Lda., tendo sido adaptada com base na metodologia proposta por Moreira da Costa [1] e considerando as alterações realizadas por Carvalho [10]. Foram adicionadas verificações que devem ser tidas em consideração segundo o curso de formação “Concepção, Erros de Análise e Dimensionamento de Projecto Corrente de Estruturas” realizado por Santos [11]. Também foram introduzidas alterações em conformidade com a mais recente regulamentação existente, nomeadamente os eurocódigos.

Processo		Designação:									
Coordenador:		Data de início:									
Projetistas:		Data de entrega:									
REVISÃO INTERNA (organizável pelo Projetista)				VERIFICAÇÃO (organizável pelo Projetista/Coordenador)							
Identificação dos Documentos	Parâmetros	Cumpre os requisitos?		Cumpre as condições?		Condições/alterações a implementar				Observações	
		sim	não	sim	não						
Projeto Base/Edifício	Memória Descritiva	1.1 Descrição da estrutura									
		1.2 Distribuição em planta e alças									
		1.3 Regeneração e segurança									
		1.4 Informação geotécnica									
		1.5 Fundações									
	Alças (Vistas de Cálculo)	1.6 Alças									
		1.7 Alças orientadas									
		1.8 Verificação de regulação									
		2.1 Dimensionamento das fundações									
		2.2 Dimensionamento de elementos horizontais									
	Alças (Est. Geotécnica)	2.3 Dimensionamento de elementos verticais									
		2.4 Vitrões partilhados									
		2.5 Vitrões de estrutura									
		2.6 Vitrões de estrutura									
		2.7 Vitrões de estrutura									
Projeto Base/Edifício	Desenho	3.1 Planos de referência de horizontalidade									
		3.2 Tipo de fundação recomendada									
		4.1 Planta de fundações									
		4.2 Memória descritiva de fundações (Fundações)									
		4.3 Descrição de armaduras (Fundações)									
Projeto Base/Edifício	Desenho	4.4 Planta estrutural									
		4.5 Planos horizontais									
		4.6 Elementos verticais									
		4.7 Memorização de armaduras (Vitrões e pilares)									
		4.8 Vitrões partilhados									
REVISÃO INTERNA		(Projetista)				DATA					
VERIFICAÇÃO		(Projetista/Coordenador)				DATA					
VALIDAÇÃO		(Responsável de Produção)				DATA					

CONCLUSÕES

Este trabalho teve como finalidade avaliar a qualidade dos projetos de estruturas de edifícios e, de algum modo, poder dar um contributo para a sua melhoria futura.

A classificação média obtida na avaliação dos projetos de estruturas disponibilizados pela Câmara Municipal de Guimarães (3,05), é inferior à classificação média obtida nos projetos que a empresa CASAIS – Engenharia e Construção S.A. teve acesso para sua execução (3,38). Esta diferença pode ser explicada pelo rigor correspondente a cada uma dessas fases (Projeto Base e Projeto de Execução) e que, certamente, influenciou a qualidade dos mesmos. No entanto, o dimensionamento das fundações e a informação geotécnica contida nos projetos de estruturas disponibilizados pela câmara Municipal de Guimarães era, em geral, escassa ou mesmo omissa, refletindo-se na classificação geral obtida.

Verifica-se, genericamente, que a qualidade melhorou, quando comparada com a da análise efetuada por Carvalho [10] o que pode ser justificado devido a uma maior sensibilização dos projetistas. No entanto, ainda não são explícitas evidências de introdução, nos projetos de estruturas, de metodologias sistemáticas de controlo e garantia da sua qualidade, que contribuam para a segurança e para a eficiência dos mesmos.

Todos os elementos resultantes do dimensionamento de uma estrutura deveriam estar presentes nas peças escritas e desenhadas do projeto de estruturas de forma a estarem disponíveis para futuras consultas, em particular no caso de obras de remodelação e reabilitação.

Tendo em consideração a dificuldade que se verifica na organização dos elementos que constituem o projeto de estruturas, foi realizado no presente trabalho, uma ficha de revisão e verificação que visa auxiliar o projetista na organização do seu projeto.

Numa próxima evolução ao tema abordado neste trabalho, poderá procurar-se atualizar mais a metodologia de avaliação em alguns aspetos, para ter em conta o modo de projetar mais recente, muito baseado em programas de cálculo automático e com elevadas exigências ao nível regulamentar. Nessa nova metodologia, poder-se-ia também procurar tornar as fichas de avaliação adaptáveis ao tipo de

projeto envolvido e até à sua dimensão, com ponderações dinâmicas consoante as características específicas dos projetos (e.g. moradias, edifícios de médio porte, edifícios de porte mais elevado, edifícios enterrados, entre outros).

AGRADECIMENTOS

À Câmara Municipal de Guimarães e à CASAIS – Engenharia e Construção S.A. (Eng. Miguel Pires), pelo fornecimento dos projetos objeto de estudo no presente trabalho, e à NEWTON – Consultores de Engenharia, Lda., pela disponibilidade demonstrada.

REFERÊNCIAS

- [1] Moreira da Costa, J. (1995). Método de avaliação da qualidade de projectos de edifícios de habitação. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Tese de doutoramento.
- [2] Brito, J. (2007). Qualidade no projecto de estruturas. *Seminário Software, projecto e erros. Exponor-Porto*.
- [3] Figueiras, J. e Ribas, D. (2000). Avarias estruturais e a sua relação com a qualidade do projecto. *Encontro Nacional Betão Estrutural 2000, FEUP*.
- [4] Sousa, H. (2007) Qualidade dos actos de engenharia civil – A perspectiva da Ordem do Engenheiros. *Seminário Software, projecto e erros. Exponor-Porto*.
- [5] Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado, Decreto-Lei n.º 349-C/83, 30 de Julho.
- [6] Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes, Decreto Lei n.º 235/83, 31 de Maio.
- [7] Eurocódigos estruturais.
- [8] Instruções para a elaboração de projectos de obras, Portaria n.º 701-H/2008, 29 de Julho. Ministério das Obras Públicas (2008).
- [9] Ordem dos Engenheiros (2008) Recomendações do colégio de engenharia civil para a melhoria da qualidade dos actos profissionais. 8 de Outubro de 2008.
- [10] Carvalho, T. (2008). Análise da qualidade do projecto de estabilidade de edifícios. Escola de Engenharia, Universidade do Minho. Relatório de projecto individual.
- [11] Santos, J. (2011) Concepção, Erros de Análise e Dimensionamento de Projecto Corrente de Estruturas. *Curso de formação promovido pela ALCL – Engenheiros Associados Lda, Lisboa*.