



**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

Departamento de Engenharia Civil

# ***Building Information Modeling - Oportunidades e Desafios para Projectistas e Donos de Obra em Portugal***

Pedro Alexandre Fernandes Madeira

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa  
para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – Perfil de Construção

Orientador: Professor Doutor Nuno Cachadinha

Júri

Presidente: Professor Doutor Miguel Amado

Arguente: Professor Doutor António Grilo

Maio de 2011





**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

Departamento de Engenharia Civil

## ***Building Information Modeling - Oportunidades e Desafios para Projectistas e Donos de Obra em Portugal***

Pedro Alexandre Fernandes Madeira

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa  
para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – Perfil de Construção

Orientador: Professor Doutor Nuno Cachadinha

Júri

Presidente: Professor Doutor Miguel Amado

Arguente: Professor Doutor António Grilo

Maio de 2011



'COPYRIGHT', Pedro Alexandre Fernandes Madeira, FCT/UNL e UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



## **AGRADECIMENTOS**

Ao finalizar esta dissertação de mestrado, resta-me registar os meus sinceros agradecimentos a todas as individualidades que de várias formas contribuíram para a sua realização.

Ao Professor Doutor Nuno Cachadinha, orientador da dissertação, agradeço o seu apoio, a sua elevada disponibilidade, a motivação e a exigência que impôs ao longo de todo o trabalho.

À Professora Doutora Catarina Marques, do ISCTE, pela sua disponibilidade e apoio prestado na parte estatística deste trabalho.

A todos os responsáveis das empresas e municípios que colaboraram nas entrevistas e nos inquéritos. Só com a sua disponibilidade e vontade de contribuição foi possível a realização desta dissertação.

A todos os meus colegas do grupo de mestrado, pelo espírito de equipa, pela partilha de conhecimentos e de experiências, pela motivação e pela disponibilidade total para qualquer esclarecimento de dúvidas semana após semana. Destaco particularmente o João Ricardo Martins, pela cooperação ao longo destes meses de trabalho.

A todos os meus amigos, pela grande amizade, compreensão e ajuda.

Aos meus pais, pelo estímulo, confiança e apoio incondicional desde a primeira hora e em todas as situações.



## RESUMO

O sector da arquitectura, engenharia e construção (AEC) é frequentemente apontado como pouco eficiente e produtivo, uma vez que é considerado um sector fragmentado, no qual existe uma enorme relutância em adoptar novas tecnologias que permitam torná-lo mais competitivo, coordenado e interoperável. O facto de se verificarem consecutivas derrapagens nos prazos e custos só descredibiliza a indústria da construção portuguesa.

Pretende-se com este trabalho esclarecer os Donos de Obra Públicos e Privados e Projectistas, sobre os principais atrasos que ocorrem durante as diferentes fases do ciclo de vida de uma obra.

Desta forma, este estudo tem como objectivo facultar aos intervenientes do sector da construção civil, informação completa e relevante sobre as potencialidades da metodologia – *Building Information Modeling* (BIM). Pretende-se também que a informação disponibilizada conduza à adopção de BIM, factor que certamente contribuirá para uma gestão mais eficiente, competitiva e inovadora.

Os potenciais benefícios desta metodologia são, por um lado, a redução de incompatibilidades entre projectos e, por outro lado, o aumento do fluxo de informação, a colaboração e a interoperabilidade, obtendo-se assim, uma gestão integrada.

Com vista à obtenção dos objectivos propostos, para além de uma revisão bibliográfica, foi realizado um inquérito de forma a obter um conjunto de dados necessário para a caracterização e quantificação das principais causas dos atrasos.

Os resultados obtidos indicam que existe uma concordância de respostas no que concerne aos motivos apresentados. Também através dos dados apurados, é possível verificar que adopção de ferramentas BIM poderá, potencialmente, responder às necessidades dos inquiridos.

**Palavras-chave:** sector da construção em Portugal, incumprimento de prazos e custos, causas dos atrasos, tecnologias da informação, *Building Information Modeling*, interoperabilidade



## ABSTRACT

The architectural, engineering and construction sector (AEC) is frequently known for not being very efficient and somehow unproductive. There seems to be an unwillingness to adopt new technologies that would allow this sector to become more competitive, coordinated and where interoperability could be significantly increased. The fact that there are budget and deadline overruns only makes the Portuguese construction industry lose their credit.

The aim of this work is to clarify public and private owners and designers, about the main delays that may occur during the different stages of the whole life cycle in any construction work.

Furthermore, this study also sets out to provide all construction industry participants complete and relevant information about the potential of the Building Information Modeling (BIM) methodology. The adoption of BIM will certainly lead to a more efficient and competitive management.

The potential benefits of this methodology are the reduction of incompatibilities between projects and the increase of information flow, cooperation and interoperability, which leads to an integrated management.

To accomplish the goals of this study, beside the literature research, a survey was carried out in order to gather the data required to characterize and quantify the main causes of delays.

The collected data shows that most respondents agree on the causes of delays. After gathering all data, it is possible to conclude that the BIM could, potentially, fulfill the respondents' needs.

**Keywords:** construction industry in Portugal, non-compliance with deadlines and costs, delays causes, information technologies, Building Information Modeling, interoperability



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

3D – Três Dimensões

4D – 3D + Tempo

AEC – Arquitectura, Engenharia e Construção

AICCOPN – Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas

APPC – Associação Portuguesa de Projectistas e Consultores

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BIM – *Building Information Modeling*

CAD – *Computer-Aided Design*

CAD/CAM – *Computer-Aided Design e Computer-Aided Manufacturing*

CCP – Código dos Contratos Públicos

CIM – *Computer Information Manufacturing*

COTEC – Associação Empresarial para a Inovação

DGAL – Direcção-Geral das Autarquias Locais

DGCI – Direcção-Geral dos Impostos

DO – Dono de Obra

IAI – *International Alliance of Interoperability*

IFC – *Industry Foundation Classes*

InCI – Instituto da Construção e do Imobiliário

INE – Instituto Nacional de Estatística

M€ – Milhão de euros

NIST – *National Institute of Standards and Technology*

PIB – Produto Interno Bruto

ROI – *Return on Investment*

SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences*

TI – Tecnologias de Informação

VAB – Valor Acrescentado Bruto



# ÍNDICE DE TEXTO

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	Fundamentação e justificação do estudo.....	1
1.2	Objectivos.....	3
1.3	Metodologia de investigação.....	4
1.4	Organização da dissertação.....	5
2	ESTADO DO CONHECIMENTO.....	7
2.1	Introdução.....	7
2.2	Definição.....	8
2.3	Benefícios.....	9
2.3.1	Dono de Obra.....	10
2.3.2	Arquitecto/Engenheiro.....	10
2.3.3	Empreiteiro.....	11
2.3.4	Fase de Concepção.....	12
2.3.5	Fase de Construção.....	13
2.3.6	Fase de Utilização.....	14
2.4	Interoperabilidade.....	14
2.5	Atrasos.....	16
2.5.1	Panorama nacional.....	16
2.5.2	Panorama internacional.....	17
2.6	Tecnologias de Informação.....	18
2.7	<i>Return on Investment</i> .....	20
3	METODOLOGIA.....	23
3.1	Enquadramento geral.....	23
3.2	Elaboração do inquérito.....	23
3.3	Estrutura do inquérito.....	24
3.4	Definição do Universo.....	25
3.5	Recolha de dados.....	28
3.6	Análise da informação recolhida.....	29
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	31
4.1	Introdução.....	31
4.2	Perfil dos inquiridos.....	32
4.3	Perfil das Empresas.....	33
4.4	Fase de concurso.....	36
4.4.1	Projectos endossados.....	38
4.4.2	Tempo disponível para execução do projecto.....	38

4.4.3	<i>Ranking</i> das especificações de projecto .....	40
4.4.4	Causas dos atrasos .....	42
4.4.5	Pedidos de esclarecimento.....	47
4.4.6	Seleção e adjudicação.....	50
4.4.7	Potenciais benefícios das ferramentas BIM .....	51
4.5	Fase de construção .....	54
4.5.1	Causas dos atrasos .....	54
4.5.2	Pedidos de esclarecimento.....	64
4.6	Fase de exploração e manutenção .....	65
4.6.1	Potenciais benefícios das ferramentas BIM .....	66
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
5.1	Conclusões .....	69
5.1.1	Fase de concurso .....	69
5.1.2	Fase de construção .....	70
5.1.3	Fase de exploração e manutenção .....	71
5.2	Limitações do estudo.....	72
5.3	Futuros campos de pesquisa.....	72
6	BIBLIOGRAFIA.....	73
	ANEXOS.....	77
I	Guião de entrevista/inquérito.....	79
II	Entrevista/Inquérito.....	81

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 4.1 – Resultados do inquérito .....	31
Quadro 4.2 – Natureza dos projectos considerados no inquérito.....	34
Quadro 4.3 – Total de obras concluídas dentro do custo e prazo previsto .....	35
Quadro 4.4 – Causas dos atrasos, na Fase de Concurso – Visão do Dono de Obra Público .....	44
Quadro 4.5 – Causas dos atrasos, na Fase de Concurso – Visão do Dono de Obra Privado.....	44
Quadro 4.6 – Causas dos atrasos, na Fase de Concurso – Visão do Projectista.....	45
Quadro 4.7 – Causas dos atrasos – Comparação entre grupos .....	45
Quadro 4.8 – Número de dias necessário para preparar a resposta a um pedido de esclarecimento	48
Quadro 4.9 – Percentagem dos pedidos de esclarecimento que não são clarificados à primeira .....	49
Quadro 4.10 – Motivo da ocorrência dos pedidos de esclarecimento .....	49
Quadro 4.11 – Média de obras que são adjudicadas pelo valor mais baixo .....	50
Quadro 4.12 – Selecção do empreiteiro pela proposta mais baixa tem influência nos diferentes factores.....	51
Quadro 4.13 – Causas dos atrasos, na Fase de Construção – Visão do Dono de Obra Público .....	55
Quadro 4.14 – Causas dos atrasos, na Fase de Construção – Visão do Dono de Obra Privado.....	57
Quadro 4.15 – Causas dos atrasos, na Fase de Construção – Visão do Projectista.....	58
Quadro 4.16 – Resultados obtidos do teste de Spearman para a correlação dos Índices de Importância.....	63



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Metodologia geral da dissertação .....	5
Figura 2.1 – Construção virtual vs construção real (Fonte: McGraw-Hill, 2008) .....	11
Figura 2.2 – Características das ferramentas BIM (Adaptado de: McGraw-Hill, 2008).....	12
Figura 2.3 – Conceção virtual de um edifício com as diferentes especialidades representadas (Fonte: McGraw – Hill, 2008).....	13
Figura 2.4 – Construção virtual de um edifício (Fonte: McGraw-Hill, 2008) .....	14
Figura 2.5 – Produtividade de projecto durante a implementação do sistema BIM (Fonte: Azevedo, 2009) .....	20
Figura 3.1 – Fases do ciclo de vida de um projecto.....	24
Figura 3.2 – Metodologia geral do inquérito.....	29
Figura 4.1 – Funções que desempenha actualmente no Município .....	32
Figura 4.2 – Função que desempenha actualmente na empresa .....	32
Figura 4.3 – Função que desempenha actualmente na empresa .....	33
Figura 4.4 – Actividade das empresas.....	34
Figura 4.5 – Projectos de Execução que são endossados a apenas um Gabinete de Projecto.....	38
Figura 4.6 – Tempo que os Donos de Obra disponibilizam ao Projectista para execução do projecto – Visão do Projectista.....	39
Figura 4.7 – Tempo que os Donos de Obra disponibilizam ao Projectista para execução do projecto – Visão dos Donos de Obra .....	39
Figura 4.8 – <i>Ranking</i> para a especificação do método utilizado para a definição do projecto – Visão do Dono de Obra Público .....	40
Figura 4.9 – <i>Ranking</i> para a especificação do método utilizado para a definição do projecto – Visão do Dono de Obra Privado.....	41
Figura 4.10 – <i>Ranking</i> para a especificação do método utilizado para a definição do projecto – Visão do Projectista.....	41
Figura 4.11 – Número médio de pedidos de esclarecimento por classe de projecto, para cada empreiteiro candidato .....	47
Figura 4.12 – Causas dos atrasos – Visão dos três grupos .....	60
Figura 4.13 – Número médio de pedidos de esclarecimento por classe de projecto .....	64
Figura 4.14 – Tempo necessário para responder a um pedido de esclarecimento.....	65
Figura 4.15 – Percentagem da informação disponível e necessária para futuras intervenções .....	66



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Fundamentação e justificação do estudo

O Sector da Construção Civil e Obras Públicas tem assumido um papel preponderante na economia portuguesa nos últimos vinte anos, o que pode constatar-se pelo seu contributo significativo para o Produto Interno Bruto (PIB), na criação de emprego, assim como pelo número de empresas que operam neste mercado.

A economia portuguesa só conseguirá crescer de forma significativa havendo uma clara aposta no sector da construção, porque numa economia global é fundamental ter os melhores portos, aeroportos, vias de comunicação (nomeadamente, estradas e caminhos de ferro) e plataformas logísticas. De acordo com Reis Campos, Presidente da Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas (AICCOPN), o peso desta actividade no investimento total e no PIB do país é de tal maneira significativo que “sem uma construção forte e dinâmica não será possível alcançar a recuperação económica de que Portugal necessita com carácter de urgência” (Campos, 2010).

Segundo Campos (2010), as perdas sucessivas da actividade nos últimos 5 anos representam quebras acumuladas superiores a 24%. Dados estatísticos, mostram que o sector da construção representa 10,7% do emprego, cerca de 5,2% do PIB e 48,8% do total do investimento feito no país. São números significativos que, apesar de mostrarem a importância do sector para a economia portuguesa, ficam aquém dos números registados nos países europeus que apresentam maiores índices de crescimento económico.

Na realidade, os dados do sector referentes a 2008 permitem constatar a existência de aproximadamente 57 mil empresas registadas no Instituto da Construção e do Imobiliário (InCI) e de cerca de 554 mil empregados recenseados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), bem como um Valor Acrescentado Bruto (VAB) de cerca de 5,5% do PIB.

Apesar da sua inegável importância a nível económico, o tecido empresarial do Sector da Construção Civil e Obras Públicas apresenta, no entanto, algumas fraquezas que não se devem escamotear. Neste sentido, importa realçar a reduzida dimensão média das empresas nacionais que constitui um entrave à execução de obras de elevada dimensão, e limita as possibilidades de sucesso competitivo no mercado internacional. Por essa razão, o sector deverá apostar na adopção de novas tecnologias, no desenvolvimento de novos processos técnicos e organizacionais e na qualificação permanente dos seus recursos humanos, de forma a conseguir enfrentar as novas exigências do mercado global.

De acordo com Nascimento e Santos (2002), apesar do seu carácter tradicionalmente conservador perante os avanços tecnológicos dos últimos anos, a indústria da Construção Civil está finalmente a adoptar novas Tecnologias da Informação (TI). Actualmente, procura obter-se maior produtividade e qualidade através do recurso a TI, ainda que existam várias barreiras a impedir a implementação das mesmas no sector da Construção Civil.

Uma das realidades mais alarmantes da construção portuguesa incide nos orçamentos das obras, visto serem frequentemente excedidos. As consequências são severas e põem em causa não só a credibilidade dos profissionais da construção, como a imagem do sector (Couto, 2006).

O Tribunal de Contas (2009), concluiu, no relatório intitulado “Auditoria a empreendimentos de obras públicas por gestão directa”, que os empreendimentos de obras públicas em Portugal não têm sido planeados com a devida antecedência, de forma a assegurar prazos e custos razoáveis e, nalguns casos, não foram sequer apresentadas previsões de prazos de conclusão e de custo global no empreendimento.

As deficiências nos projectos são uma das principais causas dos problemas e conflitos na construção de empreendimentos e, por vezes até, causa determinante do seu insucesso (Couto e Couto, 2007). No entanto, a qualidade do projecto é primordial para a redução dos custos ao longo da vida útil do edifício (Silva e Soares, 2003).

Se se contabilizar a totalidade dos custos envolvidos de um edifício, desde a sua concepção à sua demolição, a fase inicial de concepção, projecto e construção representa apenas 15 a 20%. Os restantes 80 a 85% são custos de exploração e manutenção. Da parcela correspondente à concepção, projecto e construção, apenas uma pequena percentagem, da ordem dos 10 a 20%, é gasta em concepção, projecto e fiscalização, sendo os restantes 80 a 90% gastos na construção (Silva e Soares, 2003).

O Bastonário da Ordem dos Engenheiros, Engenheiro Fernando Santo, afirma que se poupa no projecto para se obterem os elementos mínimos necessários para o lançamento do concurso, sem qualquer preocupação em definir correctamente a obra a executar (Santo, 2006). Como consequência directa desta prática, advêm as dúvidas e pedidos de informação durante a fase de execução, que tornam o processo mais moroso e dispendioso.

Para evitar esta situação, o Tribunal de Contas (2009) recomenda que os donos da obra invistam na melhoria da qualidade dos projectos, ao nível da sua coerência e da pormenorização das soluções apresentadas, assim como no rigor das suas especificações e na definição e quantificação da natureza dos respectivos trabalhos.

Outro elemento que os Donos de Obra têm vindo a negligenciar, é o facto de não existir uma estimativa dos custos e prazos para as várias etapas do ciclo de vida de um empreendimento de obra pública (Tribunal de Contas, 2009). Esta questão fora já abordada pelo Engenheiro Fernando Santo, que desde há algum tempo tem vindo a alertar para a necessidade de uma especificação dos custos estimados para a exploração e manutenção da obra. Esta especificação de custos deverá ser sempre tida em consideração na apreciação dos projectos e das propostas apresentadas a concurso para a execução das empreitadas (Santo, 2006).

Um exemplo que poderá ilustrar o que foi acima referido, é dado pelo Tribunal de Contas (2009), no empreendimento relativo ao aeroporto Sá Carneiro, cujo dono de obra não promoveu a validação técnica do projecto de execução, pelo que, no decorrer da obra, surgiram indefinições, erros e omissões nas medidas do projecto, incompatibilização entre projectos das especialidades e o de arquitectura, como falta de coordenação dos projectistas com o dono de obra, alterações dos serviços afectos e problemas de interligação com outras empreitadas.

Assim sendo, é urgente desenvolver sistemas de avaliação técnica do comportamento das edificações, estimular a adopção de produtos e de sistemas de controlo de gestão apropriados à construção, a fim de eliminar incumprimentos de prazos e custos garantindo desta forma um fluxo adequado de informação oportuna e fiável para uma tomada de decisões técnicas e estratégicas que sejam as correctas e que confirmam a qualidade dos empreendimentos.

A adopção de ferramentas *Building Information Modeling* (BIM) parecem, numa primeira análise, corresponder às necessidades do sector da construção. Os potenciais benefícios desta metodologia são enormes. De destacar o aumento do fluxo de informação, assim como da colaboração entre intervenientes, o aumento do controlo do planeamento e do orçamento, a redução das incompatibilidades entre projectos de especialidades e, naturalmente e o aumento da qualidade da construção.

Nas ferramentas BIM salienta-se a modelação do produto a construir, que sendo caracterizada por um repositório integrado de informações, pode ser acedida por todos os envolvidos no desenvolvimento do edifício.

Durante a fase de projecto, idealmente, as diferentes especialidades da construção utilizariam aplicações especializadas para extrair e processar os dados do modelo, realizando análises e produzindo informações que seriam posteriormente acopladas ao modelo principal. A informação acrescentada por cada aplicação seria reutilizada pelos outros envolvidos no projecto, num processo de refinamento incremental do modelo.

Essa abordagem geraria um ambiente de “construção virtual”, no qual todas as características do edifício poderiam ser testadas antes do início da sua construção. Contudo, estes modelos ainda são muito pouco utilizados e documentados, limitando o desenvolvimento do BIM.

Assim, elaborou-se um estudo através de um inquérito efectuado aos Donos de Obra Públicos e Privados, e Projectistas sobre as causas que propiciam os desvios de custos e incumprimento de prazos na construção, de modo a perceber em que fases da construção poderiam as ferramentas BIM ajudar a converter o sector da construção, num sector mais colaborativo e competitivo. Tal como perceber através do incumprimento dos prazos, quais destes podem ser reduzidos ou até mesmo eliminados durante o processo de construção.

Pela importância que este tema apresenta no sector da construção, pelas razões anteriormente mencionadas e pela necessidade de se apostar na investigação sobre esta área, justifica-se o desenvolvimento deste trabalho de investigação.

## **1.2 Objectivos**

Este trabalho de investigação tem como alvo o sector da construção, e pretende realçar e esclarecer, na óptica do Dono de Obra e Projectista, quais os principais atrasos existentes nas fases de concurso e construção, bem como as consequentes implicações ao nível do custo total da obra. O trabalho teve por base, para além da informação recolhida através da pesquisa bibliográfica, as respostas obtidas através de um inquérito.

Desta forma, pretendeu dotar-se os vários intervenientes da área da construção civil de informação sobre as potencialidades do uso de ferramentas BIM, com vista a contribuir para uma gestão mais eficiente dos seus empreendimentos e projectos e conseqüentemente, obter um sector mais competitivo e inovador.

### **1.3 Metodologia de investigação**

A concepção desta dissertação teve, como ideia base, proceder a uma caracterização do sector português da construção e reunir todas as informações necessárias para a implementação do BIM. Enquanto continuação de uma linha de investigação iniciada por Vasconcelos (2010), que estudou e avaliou o potencial do BIM para os Empreiteiros, pretende, com esta dissertação, conhecer-se as potencialidades que as ferramentas BIM podem trazer ao sector da construção em Portugal.

Para alcançar os objectivos propostos, foi necessária uma metodologia de investigação (Figura 1.1) que salientasse as seguintes fases essenciais:

- Pesquisa Bibliográfica, que teve o intuito de apresentar uma panorâmica exaustiva da problemática, incidindo preferencialmente sobre as potencialidades e vantagens de aplicação de ferramentas BIM. Foram também estudados os problemas existentes que levam a incumprimentos de prazos e a orçamentos largamente ultrapassados;
- Definição do Universo de Estudo, que incidiu sobre os Donos de Obra Públicos e Privados, e Projectistas;
- Questionário, que teve como suporte a pesquisa bibliográfica e a revisão da literatura actual. A intenção foi recolher o máximo de informação sobre o incumprimento de prazos e custos no sector português da construção, nas diversas fases de uma obra. Para a recolha de dados, recorreu-se a entrevistas pessoais e inquéritos realizados através do correio electrónico. Os dados obtidos a partir do questionário foram posteriormente inseridos numa base de dados de forma a ser feito o seu tratamento estatístico. Recorreu-se para tal, ao programa “*Statistical Package for the Social Sciences*” – SPSS, procedendo-se, posteriormente, à análise e discussão dos dados apurados.

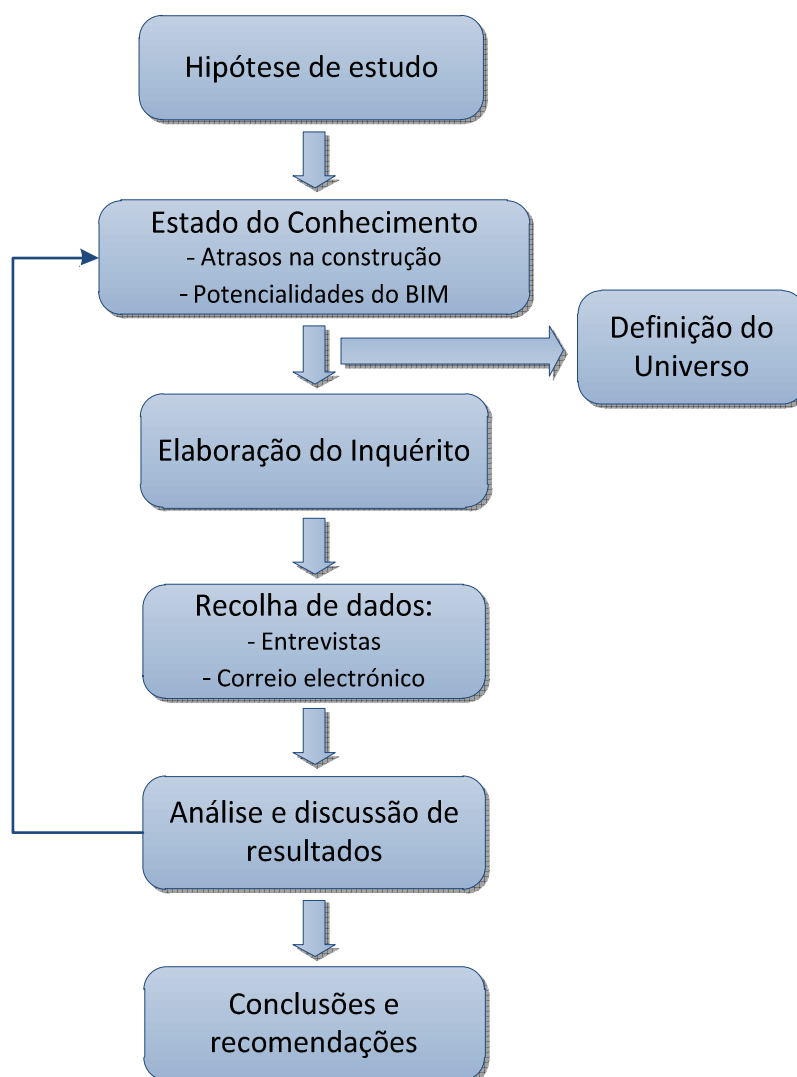


Figura 1.1 – Metodologia geral da dissertação

## 1.4 Organização da dissertação

A estrutura da dissertação obedece a uma divisão em cinco capítulos.

No presente capítulo, são apresentadas as razões subjacentes à realização deste estudo. Especificam-se ainda os objectivos e sintetiza-se a estrutura e metodologia de condução da dissertação.

De seguida, é feita uma análise exhaustiva à bibliografia existente relativa a esta temática e onde são analisadas, para além das vantagens e potencialidades de aplicação de ferramentas BIM, as principais causas dos atrasos na construção e a dificuldade de implementação de Tecnologias de Informação no sector da construção. Esta análise ajudou a definir e limitar o âmbito da investigação, a clarificar os objectivos propostos e a ajustar a metodologia de estudo.

No terceiro capítulo, é exposta a metodologia implementada para a realização do inquérito. É igualmente apresentada a definição do universo de estudo e a sua justificação.

No quarto capítulo, dedicado à análise de resultados, é feito o estudo estatístico dos dados apurados através das entrevistas e inquéritos. São ainda sugeridos os potenciais benefícios da utilização de ferramentas BIM no ciclo de vida de um projecto.

O último capítulo apresenta as principais conclusões obtidas e avalia o grau de cumprimento dos objectivos inicialmente propostos. São ainda referidas as limitações impostas ao estudo efectuado e as perspectivas futuras de pesquisa e desenvolvimento para investigações posteriores relacionadas com o tema.

## 2 ESTADO DO CONHECIMENTO

### 2.1 Introdução

A grande massa de informação produzida durante um projecto, e a inexistência de uma estrutura de informação que seja coordenada de forma adequada, constitui desde há muito tempo um problema para a indústria da construção (Ford *et al.*, 1995).

Segundo Linderoth (2010), os primeiros relatos do potencial de BIM para transformar os processos na arquitectura, engenharia e construção (AEC), surgiram no final dos anos 80 e início dos anos 90 do século XX. No entanto, foi necessário transcorrer uma década e meia para que houvesse relatos positivos sobre a implementação do BIM no sector AEC. Ainda assim, o único projecto realizado experimentou diversas incompatibilidades entre sistemas, de modo que impediram a utilização do BIM de forma integrada na indústria da construção.

Grilo e Jardim-Gonçalves (2009) afirmam, em linha com outros autores, que a verdadeira aplicação do BIM apenas surgiu após o ano 2000 em alguns projectos-piloto e mais recentemente em alguns grandes projectos. No entanto, continua a ser uma abordagem rara em projectos correntes.

Em 1990, uma nova onda de evolução das TI no sector AEC começou com a criação de modelos sofisticados de sistemas de *Computer-Aided Design* (CAD), onde era possível enriquecer os modelos 3D de edifícios e estruturas, muito para além de dados vectoriais. Os dados complementares, tais como características físicas, custos unitários e quantidades, eram agora usados para complementar o projecto. Esta metodologia ficou conhecida como *Building Information Modeling*. A ideia evolui de *Computer-Aided Design* e *Computer-Aided Manufacturing* (CAD/CAM) para *Computer Information Manufacturing* (CIM). Tal abordagem tentou criar um ambiente heterogéneo na já muita fragmentada indústria da construção.

Howard e Björk, (2008) referem que a normalização para a modelação de um edifício foi conduzida em meados dos anos 90 por um consórcio de indústrias chamado *International Alliance of Interoperability* (IAI). A primeira versão da *Industry Foundation Classes* (IFC) foi emitida em 1997. Existem algumas aplicações de *software* que foram implementadas com base no IFCs, e estes foram testados por um número de projectos-piloto. Actualmente nem a modelação, nem a norma, nem o produto são utilizadas na prática.

O objectivo da construção de um modelo único de informação existe há pelo menos 30 anos e diversas normas foram sendo publicadas nos primeiros 10 anos de desenvolvimento da IFC (Howard e Björk, 2008).

Grilo e Jardim-Gonçalves (2009) têm estudado, em muitos dos seus trabalhos, a evolução do BIM, pelo que, nos últimos anos o desenvolvimento das ferramentas CAD enriqueceu os modelos 3D de edifícios e estruturas com dados complementares, que antes ou não existiam, ou não eram possíveis, tornando então exequível a simulação de um projecto de construção num ambiente virtual.

No entanto já têm sido desenvolvidos projectos recentes com recurso à tecnologia BIM, mas que na verdade não passam de projectos 3D.

O sector AEC tem sentido, nos últimos anos, uma grande necessidade de inovar os processos de construção de modo a torná-lo mais competitivo. O trabalho em equipa existe em todas as principais fases do ciclo de vida: Planeamento, Concepção e Construção, e para tal é necessário um trabalho colaborativo e multi-funcional (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2009).

Muitos outros investigadores têm estudado o campo de aplicação do BIM. De acordo com Succar (2009), trata-se de um campo de estudo actualmente em expansão, incorporando muitos domínios do conhecimento dentro da área da AEC. Como tal é necessário, à partida, um trabalho colaborativo capaz de trazer às ferramentas BIM, melhores e maiores potencialidades que resolvam parte dos problemas com que o sector, actualmente, se depara.

Hoje o BIM, segundo Vanlande *et al.* (2008) é uma ferramenta promissora por ser um meio facilitador de integração, interoperabilidade e colaboração no futuro da indústria da construção.

## **2.2 Definição**

O BIM, enquanto processo que permite a produção, armazenamento, intercâmbio e partilha de informação de forma interoperável e reutilizável durante todo o ciclo de vida de um edifício, constitui um conceito de gestão de informação de projectos de construção, que permite uma grande diversidade de possibilidades no âmbito da abordagem 3D (Vanlande *et al.*, 2008).

Sendo uma tecnologia emergente que pode vir a mudar os processos na AEC, investigadores têm vindo a pesquisar os componentes e as repercussões da construção de modelos de edifícios, muitos anos antes do aparecimento do BIM como teoria (Succar, 2009).

De acordo com Grilo e Jardim-Gonçalves (2009), as ferramentas BIM são adequadas a todos os intervenientes na composição de um projecto, dado que permitem a criação de um modelo inteligente do edifício que se traduz na colaboração entre os diferentes agentes.

Trata-se de uma representação computacional de todas as características físicas e funcionais de um edifício e de toda a informação interligada, que se destina a ser um repositório de informações para os proprietários do edifício e futuros utilizadores. Esta questão é assaz importante, já que, normalmente, existem vários projectos para a construção de um edifício mas muitas vezes estes estão dissociados. Nestes casos, o BIM desempenha um papel fundamental na melhoria da concepção dos projectos e nos processos de gestão. Como a actividade da construção gera um grande número de dados e informações de vários tipos, a gestão e a comunicação desses dados entre os vários intervenientes torna-se bastante complexa.

Vanlande *et al.* (2008) atribuíram 3 características principais ao BIM:

- Cria e opera em bases de dados de modo a permitir colaboração;
- Consegue gerir as mudanças nos projectos, sendo que uma alteração vai mudar todos os dados relacionados;
- Captura e preserva informação para reutilização noutros segmentos da indústria.

Desempenha um papel central no ciclo de vida do edifício, já que permite gerir vários tipos de informação, como planeamento de recursos empresariais, relatórios técnicos e relatórios de reuniões. A fim de facilitar a troca de dados, é necessário um formato de dados que seja amplamente utilizado. Desta forma, as estruturas de informação do projecto são apresentadas como simples objectos (paredes, vigas, janelas, portas, etc.) com atributos e relações entre os elementos de construção (Babic *et al.*, 2009).

A introdução do BIM no processo de industrialização pode ser considerada mais acessível do que no caso da construção tradicional, dado que a construção industrializada é menos fragmentada e os parceiros de projecto estão mais ligados. A concepção, pré-fabricação e construção são normalmente realizados pela mesma empresa, logo, os custos e benefícios da modelação permanecem dentro da mesma (Babic *et al.*, 2009).

Na fase de operação e manutenção do edifício, o BIM estará à disposição dos gestores de instalações para operações e procedimentos de manutenção. No entanto, a natureza do modelo e as informações devem ser ajustadas para estes propósitos. O BIM utilizado durante a fase de construção pode exigir algumas adaptações para representar fielmente o produto final (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2009).

## 2.3 Benefícios

Desde o início de cada projecto, todos os intervenientes poderão obter grandes benefícios com a utilização de BIM, nomeadamente: projectos mais eficientes, detalhes e produção mais rápidos; suporte melhorado para automatizar e reduzir erros devido à coordenação interna (Eastman, *et al.*, 2003).

Grilo e Jardim-Gonçalves (2009) referem que as ferramentas BIM podem apoiar a realização de ambientes de trabalho nos quais seja possível:

- O proprietário desenvolver uma compreensão exacta da natureza e das necessidades do projecto;
- A concepção, desenvolvimento e análise prévia do projecto;
- A gestão da construção do projecto;
- A gestão das operações do edifício durante a sua exploração e desactivação.

Todos os participantes do projecto parecem beneficiar com o uso do BIM, mas é o cliente o maior beneficiário, o que implica que o BIM deve ser avaliado ao nível do projecto. Os custos e benefícios devem ser partilhados por todas as entidades envolvidas. Os benefícios constatados e relatados relativamente à adopção e utilização do BIM são prova evidente que as tecnologias baseadas em BIM estão a tornar-se realidade (Linderoth, 2010).

Uma particularidade muito interessante nesta metodologia é que as quantidades dos materiais podem ser calculadas automaticamente, sendo estes depois encomendados

electronicamente e entregues no estaleiro, pré-montados e em grandes quantidades, quando forem necessários (Madsen, 2008). Obtêm-se deste modo, um mapa de quantidades mais fiável.

No fundo, a busca por vantagens competitivas torna-se rapidamente assunto de extrema importância, visto que menores custos e prazos de entrega, serviços mais flexíveis e soluções diferenciadas ou personalizadas são cada vez mais exigidos, além da manifesta qualidade da solução de projecto (Melhado e Grilo, 2003).

Dado que o uso de ferramentas BIM traz benefícios evidentes para os diferentes intervenientes em obra e nas diversas fases de ciclo de vida de um projecto, serão descritas, em seguida, as vantagens de utilização desta ferramenta para donos de obra, arquitectos/engenheiros e empreiteiros e nas fases de concepção, construção e exploração do projecto.

### **2.3.1 Dono de Obra**

O BIM tem o poder de agilizar o processo de construção, desde a sua fase embrionária, até uma fase mais avançada, em que eventualmente se procede à demolição da obra.

Os benefícios relacionados com o fluxo de informação e coordenação entre intervenientes podem permitir, a quem executa o projecto, obter uma estimativa mais precisa do custo e da duração do projecto de construção, ainda no início do processo. O dono de obra tem muito a ganhar com esta metodologia, já que há uma redução enorme no número de disputas, reduzindo assim, o excesso de custos que frequentemente se verifica na resolução destes casos (Eastman *et al.*, 2008).

Através da capacidade de visualização melhorada das propostas no início do projecto, os modelos 3D permitem um estudo mais aprofundado de todas as soluções alternativas de concepção. Isto possibilita uma melhor avaliação dos espaços e dos acabamentos do próprio edifício. Assim sendo, os donos de obra e os intervenientes do projecto poderão, mais facilmente, alcançar os detalhes e os ajustes que deverão ser feitos até que o projecto atenda aos objectivos desejados (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2009).

Como base de dados, o BIM pode ser utilizado no início do processo para analisar a utilização esperada de energia durante a fase de exploração. Esta medida serve para o dono de obra traçar estratégias, a fim de implementar métodos para a redução de energia (Eastman *et al.*, 2008).

### **2.3.2 Arquitecto/Engenheiro**

O BIM tem a capacidade de melhorar a colaboração entre engenheiros e arquitectos. Como normalmente os projectos de arquitectura e das outras especialidades de engenharia são realizados por diferentes profissionais, estes nunca chegam a obter uma colaboração realmente eficaz de modo a evitar as incompatibilidades nos seus projectos. Para desenvolver as diferentes especialidades de um projecto são subcontratados técnicos que se responsabilizam apenas pela especificidade do seu trabalho. Reunindo o trabalho de cada um dos técnicos envolvidos, num único modelo, capaz de reproduzir uma visualização tridimensional do projecto, é, sem dúvida, uma etapa ganha para a

coordenação desse mesmo projecto entre os técnicos. O grande desafio surge quando estes modelos são desenvolvidos por equipas que trabalham usando ferramentas de *software* diferentes, exigindo que sejam interoperáveis (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2009).

Vários modelos de diferentes componentes de um projecto podem ser projectados num modelo composto, que terá todas as informações combinadas necessárias para a sua completa definição. Além de promover a reutilização dos seus componentes, uma das vantagens é que a equipa de projecto sendo composta por diferentes elementos, pode assim trabalhar independentemente e combinar o seu trabalho ao longo do tempo para analisar os resultados obtidos.

Outra das valências desta tecnologia é poder construir e visualizar um edifício virtualmente antes da sua construção física, como se observa na Figura 2.1. Isto permite uma atenção antecipada que detecte qualquer tipo de conflitos reduzindo desta forma o número de pedidos de informação face ao edifício em questão, e a subsequente alteração do projecto ao longo da sua construção. Com esta possibilidade, poder-se-á poupar tempo e dinheiro (Madsen, 2008).

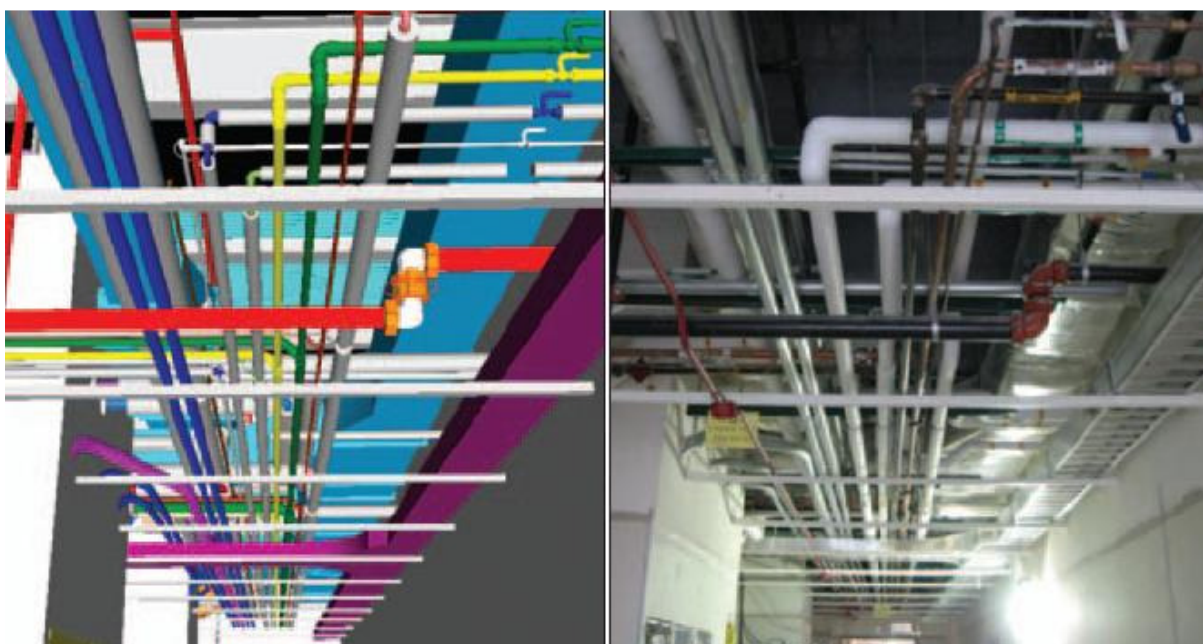


Figura 2.1 – Construção virtual vs construção real (Fonte: McGraw-Hill, 2008)

Posteriormente, quando surgem problemas na fase de construção, é muito provável que o BIM possa ajudar a formular uma solução, garantindo a correcta visualização e avaliação do problema. Assim, na fase de construção, o BIM é o foco de comunicação e colaboração entre todos os membros da equipa de projecto (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2009).

### 2.3.3 Empreiteiro

No início da colaboração entre o dono de obra e o projectista é essencial a cooperação da parte do empreiteiro. Este, na qualidade de responsável da construção do projecto, poderá esclarecer desde logo as possíveis dúvidas e questões levantadas numa primeira apreciação do projecto, para

que, posteriormente, durante a construção, não ocorram erros por parte dos trabalhadores alegando má interpretação do projecto apresentado.

A Figura 2.2 representa as potencialidades mais importantes da utilização das ferramentas BIM. Como já foi referido anteriormente, para além de detectar eventuais incompatibilidades no projecto, permite também calcular as quantidades exactas dos materiais a empregar em obra, eliminando assim erros de cálculo (Hostetler, 2009). O Empreiteiro é auxiliado no processo de construção, visto que é possível construir o edifício virtualmente. Da mesma forma que se obtêm informações sobre materiais, também é possível adquirir dados sobre os custos associados.

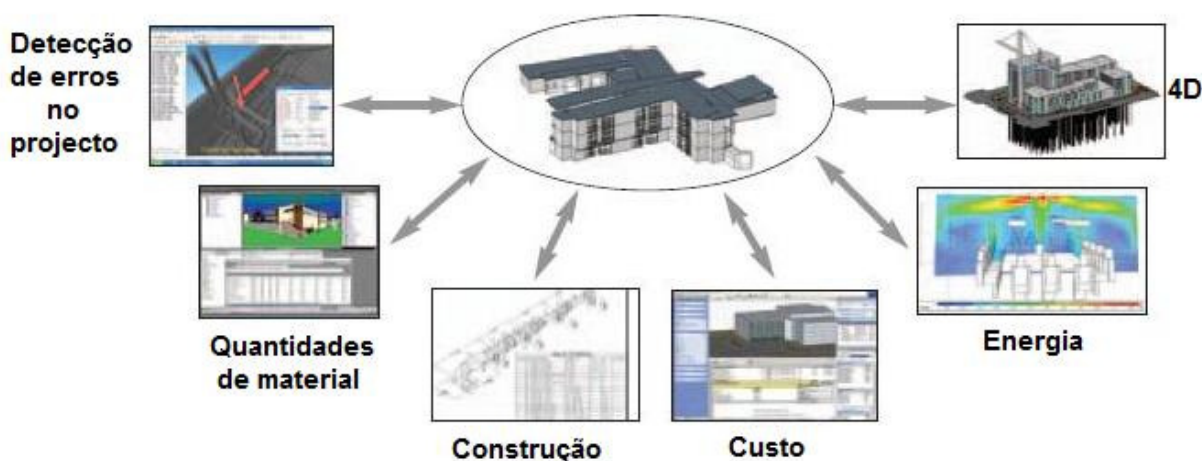


Figura 2.2 – Características das ferramentas BIM (Adaptado de: McGraw-Hill, 2008)

Eastman *et al.* (2008) confirmam que as ferramentas BIM também possibilitam um planeamento mais eficaz, não só pelo acréscimo de mais uma dimensão ao projecto, 4D – tempo, mas também pelo leque de oportunidades que o mesmo contém. Pode ser usado para controlar o planeamento em obra e comparar directamente a construção real e o inicialmente programado. Possibilita igualmente um controlo sobre a entrega de materiais pelos fornecedores e permite o acompanhamento de registos a respeito dos pagamentos efectuados pelo dono de obra.

O estudo do consumo da energia, mais direccionado para o dono de obra, tem como objectivo permitir a análise dos custos referentes à fase de exploração.

#### 2.3.4 Fase de Concepção

Nesta fase de extrema relevância para o sucesso da obra, as mais-valias da utilização de BIM são incontestáveis. Sendo a concepção uma fase em que estão envolvidos os arquitectos e os engenheiros das diferentes especialidades, é importante estarem em cooperação e coordenação entre si (Figura 2.3).

O BIM permite que toda e qualquer alteração ao projecto nesta fase seja executada sem qualquer dificuldade acrescida. Frequentemente existem pedidos de alteração por parte dos donos de obra que, ao não especificarem correctamente as funcionalidades do projecto a conceber, tornariam o

processo mais moroso e dispendioso. Com as ferramentas BIM, tal não acontece devido à interoperabilidade de dados.

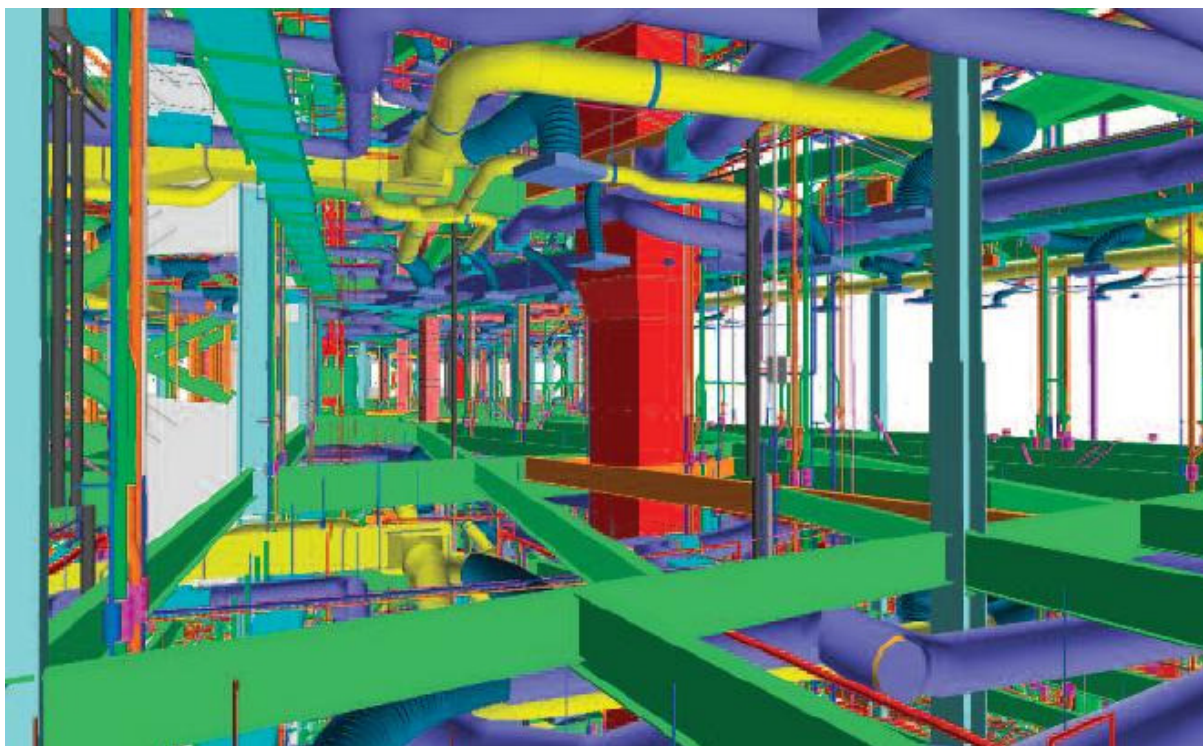


Figura 2.3 – Concepção virtual de um edifício com as diferentes especialidades representadas (Fonte: McGraw – Hill, 2008)

É nesta fase que se avalia o potencial do investimento a efectuar. Com BIM é possível determinar, com precisão, quais os custos envolvidos durante todo o ciclo de vida de um projecto.

### 2.3.5 Fase de Construção

Nesta fase, o BIM disponibiliza informação, acessível a qualquer momento, relacionada com materiais, planeamento e custo, o que permite aumentar a produtividade durante a construção, dado que desta forma os empreiteiros estão habilitados a estimar quais os custos e quantidades associadas a determinada tarefa.

É, igualmente, dispendido menos tempo e dinheiro em questões processuais e de administração, porque a documentação existente é superior em qualidade e é mais fácil perceptível como um todo, devido à coordenação entre documentos (Hostetler, 2009).

Com a utilização de BIM, existe um claro aumento na velocidade de entrega de material, pois tanto a incorporação como a vinculação da informação vital facilita a localização e produção de estimativas de material. BIM permite também uma melhor visualização do projecto a executar (Figura 2.4), uma vez que auxilia o empreiteiro na interpretação do projecto e assim podem concluir o seu trabalho com maior eficácia (Hostetler, 2009).



Figura 2.4 – Construção virtual de um edifício (Fonte: McGraw-Hill, 2008)

### 2.3.6 Fase de Utilização

Por fim a modelação e a coordenação de toda a informação oferecem inúmeros benefícios na fase de gestão do edifício. Como o BIM é uma base de dados integrado, é fácil de avaliar e controlar o desempenho do edifício.

Podem ser calculados e monitorizados os custos associados a cada componente.

## 2.4 Interoperabilidade

Como se pode constatar através da sua definição, o modelo BIM poderá ser uma ferramenta impulsionadora na indústria da construção civil relativamente à integração, interoperabilidade e colaboração (Vanlande *et al.*, 2008).

O avanço para uma construção industrializada, integrada e interoperável constitui um tema muito importante para a construção em geral e todos os esforços têm sido direccionados para a

necessidade de troca de dados entre tarefas e intervenientes envolvidos no complexo processo de construção (Babic *et al.*, 2009).

O valor da interoperabilidade no BIM está intrinsecamente relacionado com o facto de alcançar níveis de maior valor no sector AEC, o que exigirá mudanças não só nos sistemas de informação, mas também nos processos de negócio. A falta de interoperabilidade nos *softwares* desenvolvidos deve-se muito a problemas de incompatibilidade da informação. Isto não acontece apenas durante a fase de projecto, mas sim, durante a vida útil do edifício, incluindo a sua manutenção. Apesar do esforço considerável nos últimos anos para desenvolver padrões de interoperabilidade, esta permanece indefinida. Como em muitos outros sectores industriais, o sector AEC tem sido incapaz de alcançar um ambiente de negócio interoperável (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2009).

Segundo Grilo e Jardim-Gonçalves (2009) a interoperabilidade tornou-se um problema no sector AEC, devido à heterogeneidade de muitas aplicações e sistemas normalmente utilizados pelos diferentes intervenientes, juntamente com a dinâmica e adaptabilidade necessárias para operar neste sector. Apesar da disponibilidade de muitas propostas para normalizar modelos de dados e serviços para o negócio principal das actividades da AEC, o objectivo de uma unificação mundial de interoperabilidade está longe de ser alcançada.

A interoperabilidade é essencial para a produtividade e a competitividade de muitas indústrias, porque os projectos e processos de fabricação para serem eficientes requerem a coordenação de muitos participantes e processos diferentes que dependem de representações digitais do produto. Brunnermeier e Martin (1999) estimaram, num relatório sobre a inadequada troca de informações entre as fases de desenvolvimento de automóveis na indústria americana, que o custo da interoperabilidade inadequada é no mínimo de um bilião de dólares por ano, isto devido a erros, atrasos e retrabalhos. Porém a situação na indústria da construção é ainda mais crítica e portanto, preocupante.

Estudos recentes estimaram o custo das implicações da interoperabilidade nos sistemas de TI para a indústria de construção. O estudo elaborado para o *National Institute of Standards and Technology* (NIST) identifica e estima as perdas de eficiência na indústria nos Estados Unidos. Resulta que a falta de interoperabilidade entre os diversos agentes envolvidos no processo de construção é de 15,8 biliões de dólares por ano (Gallaher *et al.*, 2004).

No trabalho elaborado por Grilo e Jardim-Gonçalves (2009), são apontadas três categorias de custos gerais para caracterizar a inadequada interoperabilidade:

- Custos de prevenção relacionados com as actividades que podem ser evitadas ou minimizadas através de técnicas de interoperabilidade;
- Custos de mitigação podem resultar de arquivos electrónicos ou em papel que têm de ser alterados manualmente para poderem entrar nos sistemas. Outros custos de mitigação podem também resultar dos resíduos resultantes da construção;
- Custos com atrasos decorrentes de problemas de interoperabilidade da demora da execução de um projecto.

## **2.5 Atrasos**

“As consequências do incumprimento dos prazos são quase sempre graves e de difícil resolução. Os atrasos na conclusão das obras relativamente às datas pré-estabelecidas geram prejuízo para os utentes e frequente diminuição de rendibilidade para os promotores, derivando frequentemente em disputas, reclamações de custos com as numerosas incertezas associadas aos projectos de construção. Embora possa ser considerado irrealista controlar todas as causas dos atrasos, será certamente sensato pensar em determinar quais os factores mais importantes logo que esse esforço possa ajudar a controlá-las e evitá-las. Os projectos de infra-estruturas públicos estão particularmente susceptíveis aos atrasos porque são construídos em espaços públicos, requerendo cautelas especiais nos contratos de adjudicação. Também são fortemente dependentes do uso de equipamento que, frequentemente, requer reparações e manutenção. Adicionalmente, requerem numerosas permissões – autorizações de vários organismos necessitando de um enorme esforço de planeamento e coordenação” (Couto, 2006).

A questão dos atrasos pode ser minimizada ou até, em certos casos, mesmo eliminada com o recurso a ferramentas BIM. Sacks e Barak (2008), afirmam, que o estudo dos impactos em outros ramos da AEC, tais como a fabricação de aço e betão moldado permite concluir que houve uma redução de erros de concepção e elaboração que encurtou prazos de entrega, aumentou a capacidade de resposta aos clientes e reduziu os custos com o projecto, resultado verificado pela melhoria da produtividade.

De acordo com um estudo publicado por Majid e Zaimi (1997) são gastos por ano, devido à ineficiência na gestão, cerca de um trilião de dólares na indústria da construção mundial. Um melhoramento, mesmo que pequeno, no desempenho dos vários intervenientes, pode evitar o desperdício de biliões de dólares. Um dos principais factores concorrentes para este desperdício são os atrasos.

### **2.5.1 Panorama nacional**

Em Portugal são poucos os estudos existentes que analisam esta questão muito pertinente no sector da construção. No entanto, Moura (2003), lançou o primeiro estudo sobre a matéria, no qual elaborou um inquérito aos principais donos de obra públicos e cujo objectivo se centrou na determinação do valor total das reclamações apresentadas durante o processo de construção. Os dados obtidos permitem concluir que existe um aumento dos prazos das obras, facto que acarreta custos acrescidos para toda a comunidade. Foi recolhida informação relativa a 29 obras, nas quais foram identificadas 62 reclamações, sendo que as mais comuns apresentavam como objecto os atrasos às alterações directas e indirectas, os erros e omissões e as medições e pagamentos.

Mais tarde, Couto (2006) desenvolveu o maior estudo alguma vez realizado em Portugal nesta área, conseguindo levar a cabo um inquérito a nível nacional a fim de aferir quais as principais causas dos atrasos que justificam o incumprimento de prazos. Deste modo, recolheu informação

junto dos empreendedores, promotores, empresários, donos de obra, organismos públicos, empreiteiros, projectistas e restantes intervenientes. Conseguiu angariar 164 respostas válidas, o que se pode considerar um número com representatividade.

Com efeito, o estudo das causas dos atrasos foi elaborado com vista a atribuir rankings de frequência, impacto e relevância dos motivos que originam atrasos nos projectos no entender dos diversos intervenientes. O autor concluiu que a identificação, análise e sistematização das causas dos atrasos, poderá ajudar a controlar a problemática do incumprimento dos prazos e assim contribuir para melhoria da gestão e da produtividade.

Vasconcelos (2010) com o objectivo de analisar e esclarecer um grupo muito importante do sector, quanto às potencialidades da utilização das ferramentas BIM, efectuou um estudo semelhante ao apresentado por Couto (2006). Elaborou um inquérito às principais empresas de construção em Portugal com o intuito de avaliar quais as principais causas dos atrasos e desperdícios que levam a derrapagens de custos e prazos. Concluindo no final que a implementação de BIM para os empreiteiros poderia alterar drasticamente os processos da construção e assim, diminuir o número de pedidos de informação e consequentemente os recursos humanos utilizados, contribuindo igualmente para uma construção mais eficaz e produtiva.

## 2.5.2 Panorama internacional

Apesar da existência de diversos estudos que procuram identificar as principais causas dos atrasos no sector da construção, esta é uma problemática longe de estar resolvida. É importante, no âmbito deste trabalho, citar alguns dos principais trabalhos elaborados a nível mundial, a forma como os dados foram recolhidos e perceber quais os atrasos mais frequentes na indústria.

Baldwin *et al.* (1971), provavelmente os pioneiros de um estudo efectuado a nível nacional nos Estados Unidos, através de inquéritos enviados a empreiteiros, engenheiros e arquitectos. Identificaram as principais causas dos atrasos e concluíram que existe concordância nas respostas dos três grupos. Sendo que a escassez de mão-de-obra, o baixo desempenho dos subempreiteiros e as condições climatéricas, são apontadas como as mais relevantes.

Assaf *et al.* (1995) desenvolveram um estudo de grandes dimensões, quando inquiriram várias entidades do sector da construção, tais como, donos de obra, empreiteiros e engenheiros/arquitectos. Deste estudo foram identificadas 56 causas de atrasos e posteriormente organizadas em 9 grupos distintos, tendo o autor conseguido obter concordância entre três grupos. As causas de atrasos mais importantes para os donos de obra incluíam os erros de projecto, a baixa produtividade e a não utilização de mão-de-obra especializada. Já os empreiteiros apontaram para a demora na aprovação e preparação de obras, a demora no pagamento por parte do dono de obra e alterações efectuadas durante o processo construtivo. No que diz respeito aos engenheiros/arquitectos os problemas de financiamento durante a fase construtiva, a relação entre os subempreiteiros e as decisões lentas do dono de obra são as principais causas citadas.

Ogunlana *et al.* (1996) estudaram os atrasos na construção de edifícios na Tailândia. Foram identificados diversos problemas no sector da construção que são justificados pelo célere crescimento e desenvolvimento do país nas últimas décadas. Do seu trabalho a baixa produtividade, os problemas relacionados com os donos de obra, os problemas relacionados com fiscalização e a baixa competência e pouca experiência dos empreiteiros são mencionadas como as dominantes.

Chan e Kumaraswamy (2002), no seu trabalho efectuado em 1997, identificaram 83 causas de atrasos para a construção em Hong Kong. Foi elaborado um inquérito e enviado para os principais donos de obra, empreiteiros e consultores. Os atrasos mais relevantes têm a ver com a fraca gestão do risco, a fraca supervisão, a lenta tomada de decisões por parte do dono de obra, as alterações contratuais por parte do dono de obra e a variação da quantidade de trabalhos a realizar durante a construção do empreendimento.

Sweis *et al.* (2008) estudaram as causas dos atrasos para projectos na Jordânia. Afirmando que a indústria da construção é um factor muito importante na economia dos países, gerando riqueza e emprego. Um inquérito, com o objectivo de conhecer quais as principais causas dos atrasos, foi enviado para os donos de obra, construtores, e consultores. Muitos dos respondentes concordaram que as dificuldades financeiras por parte do empreiteiro, as alterações no projecto pelo dono de obra e as condições climáticas são apontadas como os principais motivos para os atrasos.

## **2.6 Tecnologias de Informação**

As empresas têm vindo a menosprezar o investimento em TI, porque continuam a dar pouca atenção aos custos indirectos. Ignorar os custos indirectos pode ter implicações a longo prazo para as empresas de construção, o que é demonstrado pelo facto de estas serem totalmente dependentes do *cash flow* para suportar as suas actividades diárias. Esta recusa das TI poderia ser benéfica para a competitividade das empresas. O principal obstáculo para a implementação de TI nas empresas de construção é o grande investimento. A ausência de uma consciencialização sobre a informação e tecnologias de comunicação contribuem para tornar os processos associados com as TI, um investimento pesado (Love e Irani, 2001).

A incapacidade das empresas de construção para quantificar todas as implicações dos seus investimentos em TI, do ponto de vista do custo e perspectiva de benefício, subsistem, porém, com sérias implicações no processo de avaliação. A indústria da construção não conta actualmente com formas de TI, sofisticadas para apoiar os seus negócios e actividades, quando comparadas com as outras indústrias. As TI têm potencial para revolucionar a forma como os negócios são conduzidos e entregues na construção (Love e Irani, 2001).

Love e Irani (2001), descobriram que a gestão do tempo era o custo indirecto mais significativo em empresas de construção. Invariavelmente a gestão do tempo era gasta em liderança, planeamento, organização e integração dos novos sistemas de modo a pô-los em prática. Outro custo indirecto que deve ser considerado resulta do desenvolvimento de novas competências por parte dos técnicos que, por conseguinte, aumentam a sua contribuição na empresa. Os técnicos podem assim

solicitar uma revisão na sua remuneração ou deixar a empresa para uma concorrente, devido ao maior valor que produzem.

Foram identificados alguns dos custos directos relacionados com a implementação das TI, tais como: custos com *software*, instalação e configuração, formação e manutenção. No entanto, os custos directos são aqueles que podem ser atribuídos à implementação e operação da nova tecnologia. Estes são geralmente subestimados, e vão muito para além do *hardware*, *software* e custos de instalação, podendo incluir inesperados custos com acessórios *hardware*. A instalação e configuração são também classificados como directos e geralmente incluem consultoria e instalação por técnicos especializados (Love e Irani, 2001).

A avaliação do custo económico também não é simples, porque os custos de implementação de TI não estão limitados a custos directos. Custos organizacionais, recursos humanos e outros custos são significativos e podem exceder os custos directos. O impacto potencial económico de modelação 3D nas práticas de engenharia estrutural é quase inteiramente dependente das melhorias de produtividade que pode reduzir os custos totais, porque os custos directos incorridos no projecto de estruturas são devidos a horas de trabalho (Sacks e Barak, 2008).

Para os autores Sacks e Barak (2008), não é pratico adoptar a modelação 3D na prática da engenharia num curto espaço de tempo, porque o ritmo de integração de sistemas dentro de uma empresa limita a velocidade a que a tecnologia pode ser adoptada. Na fase inicial de adopção, devem ser criadas bases de dados de elementos estruturais e conexões, reforçando detalhes e formatos de desenho padrão devem ser adaptados para atender às necessidades específicas da empresa.

Num estudo semelhante sobre a implementação de TI no sector da construção Babic *et al.* (2009) afirmam que, para os gestores, o custo do novo sistema é importante. No entanto, é difícil estabelecer uma relação directa entre o custo e a potencial poupança. Além dos custos dos novos sistemas, antigos estudos sobre investimentos em TI, revelam que estes podem tornar-se num grande obstáculo. A abordagem gradual é mais aconselhável. Garante-se assim um retorno rápido no ambiente de concepção e produção, e mostra-se também rapidamente os progressos realizados e o seu desempenho.

Os sistemas actuais têm diferentes pontos de vista, sobre o objecto da construção. No ponto de vista de produção em massa é importante o tipo de material ou que elemento de construção é comprado ou produzido e em que quantidade. A partir da concepção e construção, a posição de um determinado elemento do edifício é importante. Por isso, enfrentam-se problemas de compatibilidade quando se tenta ligar os diferentes sistemas. A modelação deve ser implementada para preencher esta lacuna. No entanto, a modelação pode ser muito específica e depende muito do contexto em que se insere.

Um problema da interoperabilidade dos subsistemas pode aparecer por causa de diferentes gerações de aplicativos de *software* em termos de tecnologia. Devido aos anteriores investimentos em TI, é normalmente necessário integrar os sistemas em ambientes de informação (Babic *et al.*, 2009).

## 2.7 Return on Investment

Uma das questões fulcrais que se colocam numa empresa quando esta pretende adquirir um novo *software* e como consequência uma mudança na forma de trabalhar dos seus funcionários é o *Return on Investment* (ROI) – Retorno do Investimento.

Através da análise dos estudos recentemente efectuados a indústria da construção está finalmente a reconhecer que a implementação de ferramentas BIM pode alterar radicalmente o processo e a forma como são projectados e geridos os empreendimentos (Azevedo, 2009).

Segundo o mesmo estudo a análise do ROI é uma das diversas formas de avaliar o investimento proposto, sendo que esta compara os lucros esperados de um investimento com o custo associado à sua implementação. A Figura 2.5 representa a linha de produtividade depois do investimento em sistemas BIM. Como se demonstra, existe um decréscimo imediato na produtividade dos utilizadores, isto porque não estão familiarizados com a tecnologia e ainda decorre a fase de formação da nova ferramenta. Com o tempo, a produtividade volta a atingir os patamares iniciais de desenvolvimento, até que chegam a ultrapassar os níveis de produção e há efectivamente um ganho acentuado que justifica a adopção da tecnologia.

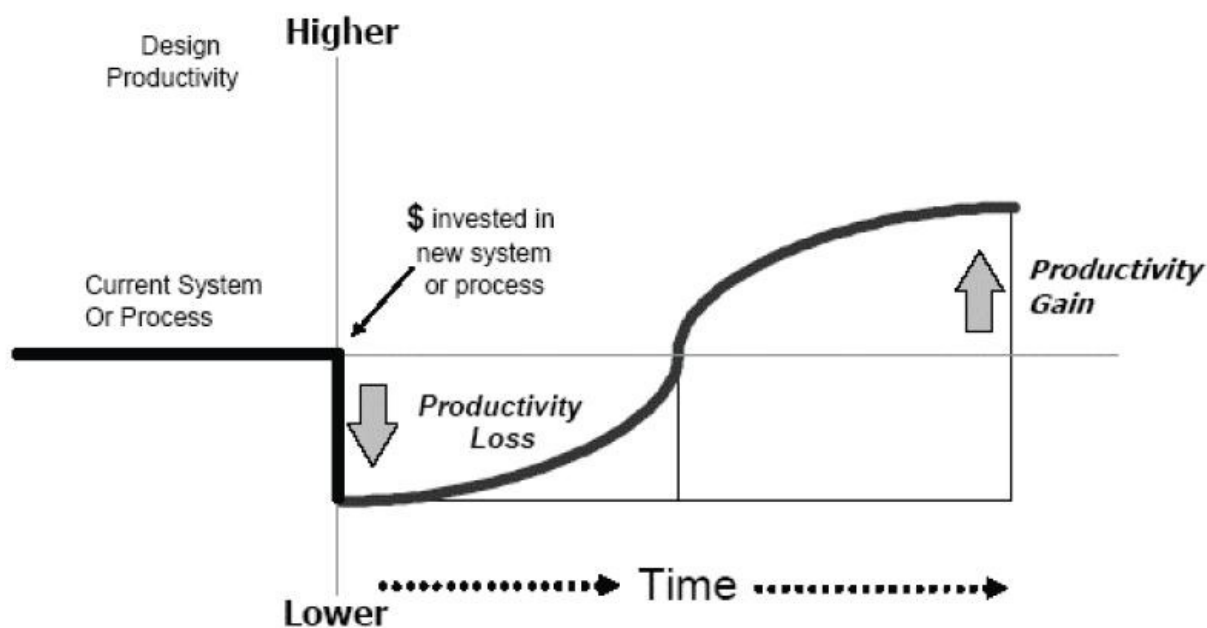


Figura 2.5 – Produtividade de projecto durante a implementação do sistema BIM (Fonte: Azevedo, 2009)

No inquérito levado a cabo pela McGraw-Hill (2008) foram questionados donos de obra, arquitectos, engenheiros e construtores com o objectivo de determinar o real valor do BIM para utilizadores e não utilizadores. Nos dados apresentados no relatório, indicam que 63% dos utilizadores das ferramentas BIM vêm um retorno positivo no seu investimento e destes existem ainda 15% que afirmam que o ROI é superior a 50%.

A McGraw-Hill (2008) afirma que ainda há muito por descobrir nesta nova tecnologia que ainda se encontra numa fase emergente de implementação. À medida que os utilizadores vão tendo

contacto com BIM, ganhando cada vez mais experiência e verificando os reais potenciais de todas as funcionalidades das ferramentas a adopção de BIM torna-se cada vez mais uma ferramenta essencial para melhorar o processo de execução de projecto e gestão.

Os donos de obra e os empreiteiros mencionam que 70% do ROI é positivo, no entanto, a McGraw-Hill (2008) revela que o grande impulsionador desta metodologia terá de ser o dono de obra e remata com o seguinte: “se o dono de obra obrigar à utilização, os restantes intervenientes terão obrigatoriamente de o seguir”.



## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Enquadramento geral**

A concepção desta dissertação partiu da ideia de caracterizar o sector português da construção e reunir as informações necessárias para poder avaliar o potencial do uso das ferramentas BIM no sector.

Assim, este trabalho tem como metodologia, a realização de um inquérito a nível nacional com o objectivo de recolher dados sobre as principais causas dos atrasos durante o processo de construção. Em Portugal, o estudo mais relevante sobre as causas do incumprimento de prazos na construção foi elaborado por Couto (2006). A importância deste problema justifica o desenvolvimento de um trabalho de investigação que possa acrescentar algo de novo à comunidade científica e principalmente ao sector da construção português.

Nos últimos anos muito se tem comentado sobre a eficiência do sector, e tem-se observado casos de sucesso noutros países, no que diz respeito à melhoria dos processos de gestão da informação, do aumento da colaboração entre os vários intervenientes no processo de produção, no controlo do planeamento e do orçamento e da redução das incompatibilidades entre projectos e especialidades.

### **3.2 Elaboração do inquérito**

A execução do inquérito (ANEXO II) teve como base fundamental, estudos realizados com objectivos semelhantes, não com o intuito de avaliar as potencialidades das ferramentas BIM, mas para quantificar e classificar, quais os mais importantes atrasos que ocorrem no processo de construção.

Depois de a revisão bibliográfica e da respectiva informação recolhida, obteve-se uma lista das principais causas dos atrasos nas Fases de Concurso e Construção, que dessem especial atenção às potencialidades do BIM, no sentido de melhorar estas situações.

A realização do questionário obedeceu a um página protocolar (ANEXO I), onde se indicam os objectivos do estudo, a garantia da confidencialidade das respostas e o agradecimento pela disponibilidade e participação no estudo.

Houve uma preocupação constante aquando do desenvolvimento do questionário com os aspectos relacionados com a fácil interpretação e simplicidade das perguntas, sem que isso influenciasse ou enviesasse os resultados.

### 3.3 Estrutura do inquérito

O inquérito foi dividido em 3 fases (Figura 3.1):

- Concurso;
- Construção;
- Exploração e Manutenção.

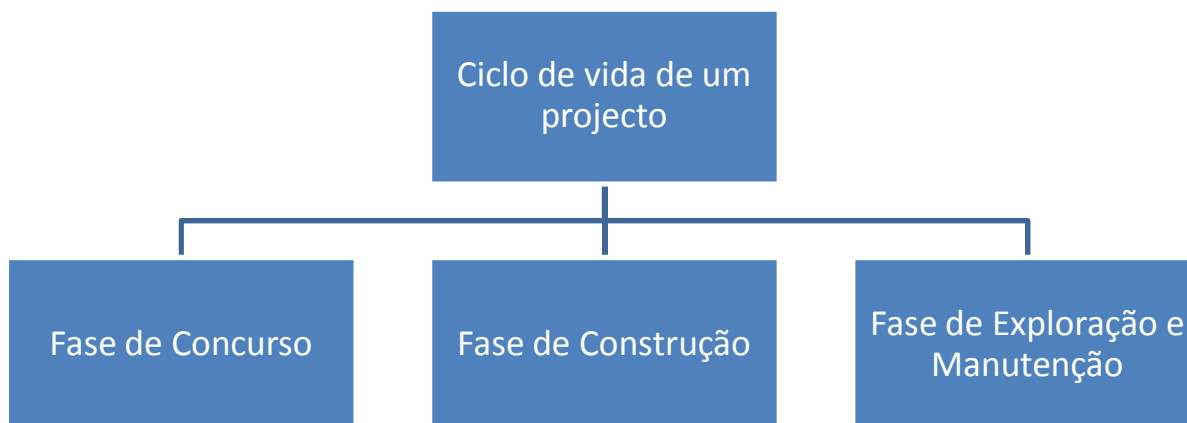


Figura 3.1 – Fases do ciclo de vida de um projecto

Segundo a análise bibliográfica, estas são as 3 fases mais importantes do ciclo de vida de um projecto.

Tendo como base alguns estudos realizados com objectivos semelhantes aos propostos neste trabalho de investigação. Para a avaliação das principais causas dos atrasos no processo de construção, foram utilizados vários estudos, tais como:

Polat e Ballard (2004), que visava a quantificação do desperdício da indústria da construção na Turquia.

Sweis *et al.* (2008) analisou as principais causas dos atrasos no sector da construção da Jordânia.

Gallaher *et al.* (2004), do NIST, estimou os custos da falta de interoperabilidade e analisou os custos do ciclo de vida de um edifício, nomeadamente, no que toca aos pedidos de esclarecimento existentes nas diferentes fases do projecto.

Assaf e Al-Hejji (2006) realizaram um trabalho notável e muito semelhante ao proposto, investigando as causas dos atrasos em projectos de grande dimensão na Arábia Saudita. O seu Universo de estudo abrange Empreiteiros, Donos de Obra e Arquitectos/Engenheiros, e deste modo teve a possibilidade de criar um modelo estatístico de análise das respostas obtidas através de inquéritos. Em que as causas dos atrasos foram ordenadas por grau de importância, chegando assim, a um nível de concordância entre grupos.

Chan e Kumaraswamy (2002) desenvolveram um questionário a fim de ser enviado para os principais intervenientes no processo de construção, com o objectivo de recolher a percepção destes, quanto à importância relativa dos factores no prazo das construções. Foi adoptada uma escala *Likert* de classificação de 1 a 5, em que 5 significa extremamente importante; 4 bastante importante; 3 moderadamente importante; 2 ligeiramente importante e 1 sem importância.

Em Portugal existem poucos estudos, com o objectivo de avaliar as causas dos atrasos, porém, enuncia-se de seguida os trabalhos desenvolvidos recentemente.

Moura (2003), provavelmente o pioneiro do estudo deste tema, através de um inquérito levado a cabo junto dos principais donos de obra públicos nacionais, com o intuito de determinar o valor total das reclamações apresentadas nas principais obras públicas, mas também na identificação dos tipos de reclamação. Identificou igualmente que a falta de qualidade dos projectos e as derrapagens orçamentais constituem os dois principais motivos para o crescente número de reclamações que se tem vindo a verificar no sector.

Couto (2006), elaborou o principal e, porventura, o mais relevante estudo alguma vez realizado em Portugal no sector da construção, sendo que a amostra é bastante representativa. Um inquérito a nível nacional foi enviado para empresas de construção, gabinetes de engenharia, donos de obra públicos e privados, com o propósito de compreender e quantificar as verdadeiras causas para o incumprimento dos prazos na indústria de construção. Desenvolveu um método de previsão de risco de atraso dos projectos com o intuito de antever a ocorrência de atrasos e estimar prazos mais fiáveis.

Vasconcelos (2010), teve o intuito de esclarecer as empresas de construção sobre as vantagens e potencialidades de implementação de ferramentas BIM, e discutir se estas poderiam atenuar ou mesmo eliminar as principais causas do incumprimento dos prazos e desperdícios de materiais.

### **3.4 Definição do Universo**

Este estudo incidiu sobre um universo definido segundo condições intencionais, uma vez que a sua selecção foi realizada em função dos objectivos do estudo, sendo especulativa e discutível a generalização dos resultados obtidos a todo o sector português da construção. Assim, o universo de estudo é constituído por Donos de Obra Públicos com uma considerável dimensão e representatividade a nível nacional, Donos de Obra Privados com propensão para a inovação e Gabinetes de Projecto muito relevantes em Portugal.

Para os Donos de Obra Públicos, foram consideradas as Câmaras Municipais de Portugal Continental, segundo dois critérios. Como referência, teve-se em conta os dados disponibilizados pela Direcção-Geral das Autarquias Locais (DGAL), ([www.portalautarquico.pt/](http://www.portalautarquico.pt/)), escolhendo como critério de selecção, os valores do seu investimento em infra-estruturas municipais nos anos de 2005, 2006 e 2007. Foram igualmente seleccionados os Municípios com maior importância a nível

demográfico, segundo a fonte do INE. Assim, obteve-se uma lista de 20 Câmaras Municipais com igual importância a nível nacional, em termos de potencial de investimento futuro.

Segundo estes factores, o universo de estudo é constituído pelo seguinte conjunto de Câmaras Municipais:

- Almada
- Amadora
- Braga
- Cascais
- Coimbra
- Gondomar
- Guimarães
- Lisboa
- Loures
- Maia
- Matosinhos
- Odivelas
- Oeiras
- Porto
- Santa Maria da Feira
- Seixal
- Sintra
- Vila Franca de Xira
- Vila Nova de Famalicão
- Vila Nova de Gaia

Os Donos de Obra Privados foram seleccionados por pertencerem à lista de associados da COTEC Portugal - Associação Empresarial para a Inovação.

A COTEC Portugal, foi constituída em Abril de 2003, na sequência de uma iniciativa do então Presidente da República, Jorge Sampaio, tendo sido apoiada pelo Primeiro-Ministro e recebido a adesão de um conjunto de empresas cujo valor acrescentado bruto global representava, em 2002, cerca de 14% do PIB nacional. Desde o início da sua actividade que o cargo de Presidente da Assembleia-Geral tem sido exercido pelo Presidente da República. A COTEC conta hoje com 121 Associados.

Por ter a missão de “promover o aumento da competitividade das empresas localizadas em Portugal, através do desenvolvimento e difusão de uma cultura e de uma prática de inovação, bem como do conhecimento residente no país”, é de esperar que estas empresas apostem fortemente no seu desenvolvimento, através da inovação. O uso de ferramentas BIM actualmente é algo bastante inovador e poucos são aqueles que o utilizam.

De referir que as empresas que representam este grupo são constituídas por grandes grupos financeiros e empresas participadas pelo estado português.

Assim o universo deste estudo constitui o seguinte conjunto de empresas:

- Amorim Investimentos e Participações SGPS, SA
- ANA – Aeroportos de Portugal, SA
- Brisa Auto-Estradas de Portugal, SA
- CP – Caminhos de Ferro Portugueses, EP
- EDP – Energias de Portugal, SA
- Estradas de Portugal, SA
- Galp Energia SGPS, SA
- Grupo Pestana SGPS, SA
- Grupo Visabeira SGPS, SA
- Jerónimo Martins SGPS, SA
- José de Mello SGPS, SA
- Metropolitano de Lisboa, SA
- Rede Ferroviária Nacional, EP
- REN – Redes Energéticas Nacionais, SGPS, SA
- Sonae SGPS, SA

A selecção dos Gabinetes de Projecto foi efectuada com base na sua relevância em termos de expressão no mercado português. Como tal, foi elaborada uma lista de gabinetes de projecto pertencentes à Associação Portuguesa de Projectistas e Consultores (APPC), de seguida, e através dos dados disponíveis na Direcção-Geral do Impostos (DGCI), ([www.portaldasfinancas.gov.pt](http://www.portaldasfinancas.gov.pt)) foi efectuada a média do volume de negócios que as empresas apresentaram nos anos de 2006, 2007 e 2008. De seguida, seleccionaram-se as empresas com maior facturação e pertencentes à lista da APPC.

Assim, chegou-se à seguinte lista de Gabinetes de Projecto:

- BRISA – Engenharia e Gestão, SA
- COBA – Consultores para Obras, Barragens e Planeamento, SA
- CONSULGAL – Consultores de Engenharia e Gestão, SA
- DHV, SA
- EDP – Gestão da Produção de Energia, SA
- Fase – Estudos e Projectos, SA
- Ferbritas – Empreendimentos Industriais e Comerciais, SA
- Ferconsult – Consultoria, Estudos e Projectos de Engenharia de Transportes, SA
- GEOCONTROLE – Geotecnia e Estruturas de Fundação, SA
- HIDROPROJECTO – Engenharia e Gestão, SA
- PLM – Planeamento e Gestão de Manutenção, LDA
- PROMAN – Centro de Estudos e Projectos, SA
- Prospectiva – Projectos, Serviços, Estudos, SA

- TECHNOEDIF Engenharia, SA
- TPF PLANEGE – Consultores de Engenharia e Gestão, SA

### **3.5 Recolha de dados**

Como método de recolha de dados foram utilizadas duas técnicas distintas, que se mostraram bastante eficientes, no cumprir dos objectivos definidos.

A técnica mais utilizada foi a de entrevista pessoal, por ser o método mais seguro para a obtenção de informação espontânea, sem haver possibilidade de aconselhamento ou orientação por parte de terceiros. A aplicação deste método teve como principal inconveniente a falta de disponibilidade de tempo dos respondentes.

Como alternativa, o inquérito foi enviado por correio electrónico, devido à grande dispersão a nível nacional do grupo, Donos de Obra Públicos. Este método mostrou-se igualmente satisfatório, visto que se obteve uma taxa de resposta aceitável (50%), dados que podem ser consultados no Quadro 1. Uma vez que o inquérito era um pouco extenso e poderia suscitar problemas posteriores na obtenção de respostas, houve a necessidade de o adaptar para ser enviado por correio electrónico. Por conseguinte, este foi simplificado, contendo as partes mais relevantes para o sucesso do estudo e a garantia de comparabilidade, para a fase de análise de dados.

Numa primeira fase foi realizado um pré-teste a cada um dos grupos, que consistiu no preenchimento do inquérito por parte de um elemento de umas das Empresas ou Municípios, escolhidos aleatoriamente, de forma a observar e analisar quais as dúvidas levantadas pelo inquirido, precavendo interpretações erradas ou mesmo falhas do questionário que levassem ao enviesamento das respostas ou à sua não validação.

A Figura 3.2 representa a metodologia que foi seguida para a elaboração do inquérito.

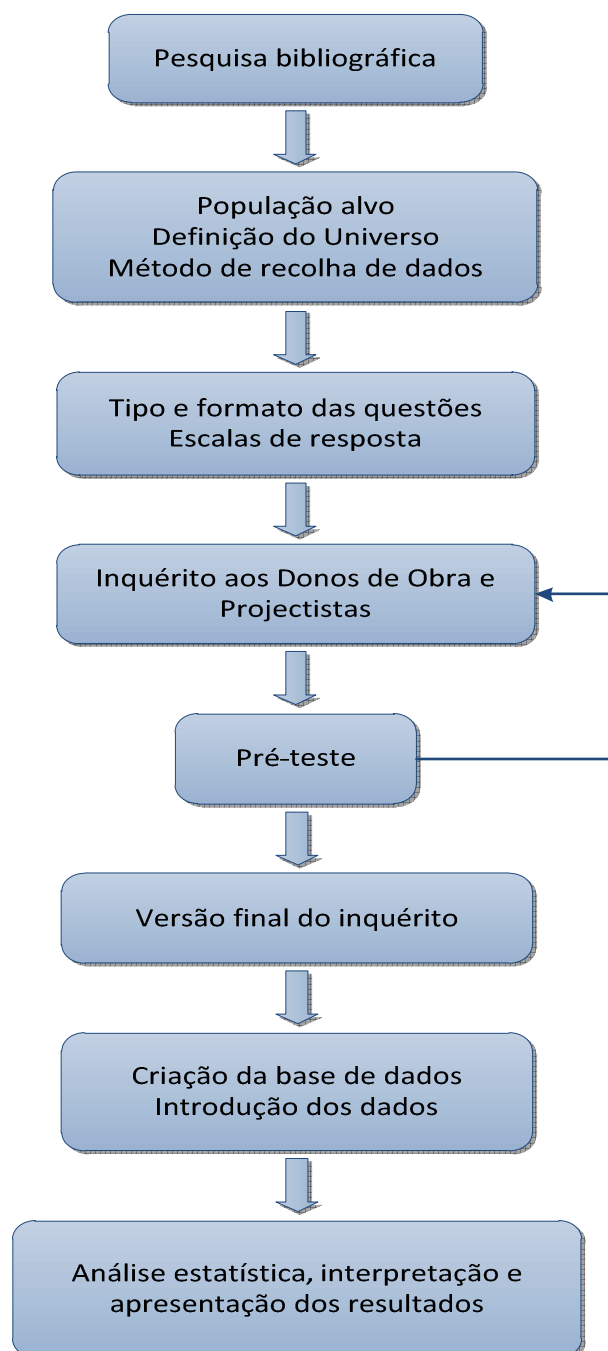


Figura 3.2 – Metodologia geral do inquérito

### 3.6 Análise da informação recolhida

O inquérito foi realizado entre Julho e Dezembro de 2010, através de entrevistas pessoais e questionários enviados por correio electrónico, e em seguida foi construída uma base de dados para serem inseridas todas as respostas. Para a análise dos resultados, recorreu-se a uma ferramenta informática de tratamento estatístico “*Statistical Package for the Social Sciences*” – SPSS, versão 17.



## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

### 4.1 Introdução

Este capítulo assenta na análise de todos os dados facultados pelos respondentes através do inquérito.

Em baixo no Quadro 4.1 verificam-se os resultados obtidos no questionário, por número de respostas através de correio electrónico e entrevistas e por percentagem relativa a cada grupo.

Quadro 4.1 – Resultados do inquérito

Grupo	Solicitações	Nº de respostas	Nº de respostas por inquérito	Nº de repostas por entrevista	Percentagem de respostas em cada grupo
<b>Donos Obra Públicos</b>	20	10	10	0	50%
<b>Donos Obra Privados</b>	15	8	0	8	53%
<b>Projectistas</b>	15	13	0	13	87%
<b>Totais</b>	<b>50</b>	<b>31</b>	<b>10</b>	<b>21</b>	<b>62%</b>

Num total de 50 questionários, obtiveram-se 31 respostas válidas, com diferentes percentagens de resposta entre si. O facto de nos donos de obra a taxa ser mais baixa indica que a estrutura da entidade é sempre mais complexa e hierarquizada, e pelo facto de o respondente preferencial ocupar um cargo de chefia. Compreende-se assim, que em muitas das empresas e municípios contactados, tenha sido impossível obter uma resposta satisfatória que encaminhasse para a marcação de uma entrevista ou para, e no caso nos municípios, a resposta através de correio electrónico. Pode apontar-se como motivos principais a falta de tempo disponível do respondente, ou o contacto que era efectuado nunca chegava à pessoa que interessava responder.

No trabalho de Couto (2006), com objectivos muito semelhantes ao apresentado, este obteve uma taxa de resposta total de 57,5%. De salientar, que a percentagem de respostas totais do universo de estudo foi de 62%, o que demonstra um evidente interesse pela problemática dos atrasos na construção e a curiosidade da metodologia BIM e dos benefícios que daí advêm.

Considera-se esta taxa de resposta significativa, tornando os resultados deste inquérito representativo para o universo de estudo analisado. A extrapolação dos resultados obtidos para totalidade das entidades envolvidas na construção em Portugal seria, no entanto, especulativa.

## 4.2 Perfil dos inquiridos

Nesta secção, procurou-se que os inquiridos fossem pessoas com uma experiência relevante na empresa ou município. Desta forma, analisa-se através da Figura 4.1, Figura 4.2 e Figura 4.3 a informação geral dos respondentes através do cargo que desempenham e da média de anos de experiência profissional.

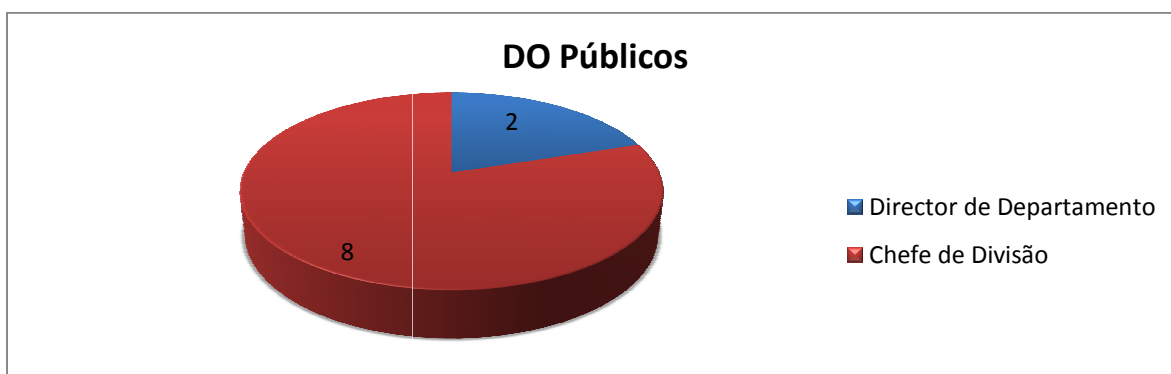


Figura 4.1 – Funções que desempenha actualmente no Município

No grupo Donos de Obra (DO) Públicos, foram inquiridos profissionais fazendo parte preferencialmente do Departamento de Obras Públicas do Município.

De referir, que estes em média desempenham funções no Município há 18 anos, e que ocupam o actual cargo em media há 7 anos. Podemos assim afirmar que este grupo de inquiridos é bastante experiente, demonstrado pelo cargo que ocupam actualmente.

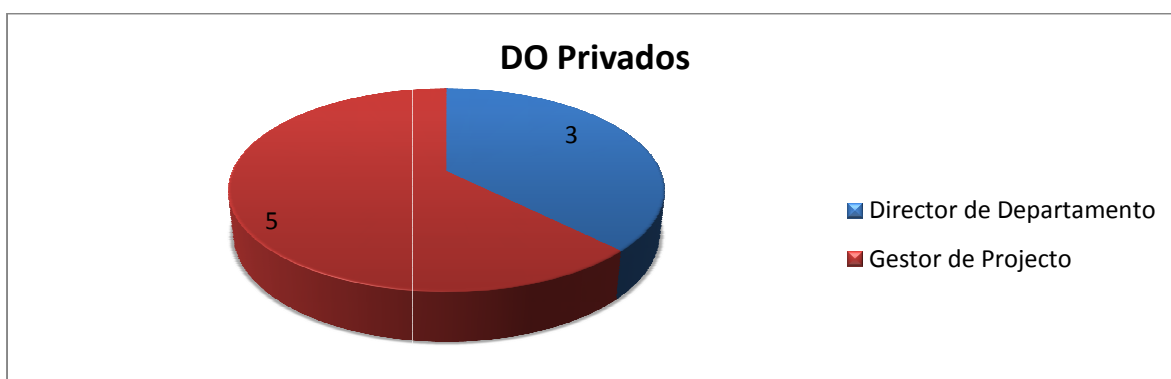


Figura 4.2 – Função que desempenha actualmente na empresa

Tal como no Donos de Obra Públicos, também os Privados apresentam características em muito semelhantes.

Os respondentes mais uma vez ocupam cargos de topo e de grande responsabilidade, o que denota uma capacidade mais do que adequada para responder ao questionário.

Em média, há 16 anos que estes profissionais desempenham funções na empresa, e há 10 que ocupam o actual cargo de Director de Departamento e Gestor de Projecto.



Figura 4.3 – Função que desempenha actualmente na empresa

Os Projectistas como grupo distinto apresentaram respostas de diferentes profissionais, tais como os observados na Figura 4.3.

Através da análise confirma-se que mais uma vez existe uma preponderância para ocupar cargos de elevada responsabilidade, ou seja, 9 dos 13 respondentes ocupam cargos de topo.

Quanto à média de anos a trabalhar para a empresa, este grupo revela números ligeiramente mais baixos em comparação directa com os outros, já que, há 7 anos desempenham funções e há 4 ocupam o cargo actual.

Concluindo a análise ao perfil dos inquiridos, podemos verificar que o grupo dos Donos de Obra mostra uma tendência para a ocupação do cargo há mais tempo, comparativamente aos Projectistas. Igualmente se pode concluir que os respondentes são já pessoas muito experientes e bons conhecedores da função que actualmente realizam, tendo em conta o número médio de anos de desempenho nesses cargos.

### 4.3 Perfil das Empresas

Do mesmo modo que se quis fazer a identificação geral dos inquiridos, nesta secção é pretendido reconhecer as principais actividades das empresas e algumas características específicas sobre as obras já realizadas.

Importa referir que segundo Couto (2006), o Quadro 4.2 é o que mais fielmente representa a natureza dos trabalhos realizados pelo sector em Portugal. Procurando ir ao encontro das classificações utilizadas noutros estudos já realizados, com o intuito de possibilitar uma comparação futura.

Quadro 4.2 – Natureza dos projectos considerados no inquérito

Adaptado de Couto (2006)

Natureza dos projectos	Descrição do tipo de trabalhos
A	Obras de arte (p.ex: pontes, barragens, viadutos, túneis, estádios, etc.)
B	Vias de comunicação rodoviárias, ferroviárias e infraestruturas portuárias e aeroportos
C	Empreendimentos turísticos, comerciais e edifícios administrativos
D	Empreendimentos residenciais públicos
E	Empreendimentos residenciais privados
F	Outras obras públicas (p.e. escolas, hospitais, parques, arranjos exteriores, infraestruturas hidráulicas, gás, telefone, TVcabo, electricidade, complexos desportivos, etc.)

O presente trabalho de investigação tem como universo de estudo, 50 entidades diferentes e é importante caracterizá-las quanto à sua natureza de projectos. Foram apenas questionados quanto às principais actividades da empresa (Figura 4.4) os Donos de Obra Privados e Projectistas, já que os Donos de Obra Públicos se incluem na categoria F – Outras obras públicas.

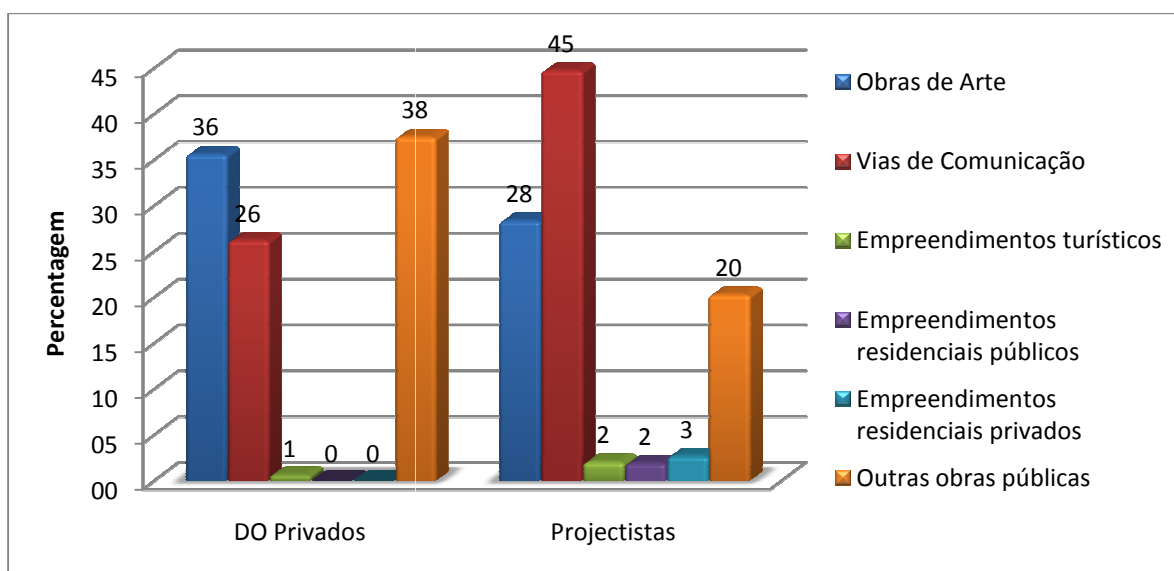


Figura 4.4 – Actividade das empresas

Da análise da Figura 4.4, pode concluir-se que existe uma grande percentagem de projectos maioritariamente em 3 áreas: Obras de arte, Vias de comunicação e Outras obras públicas. Na descrição de vários autores para as potencialidades BIM, destaca-se os edifícios onde a

complexidade da estrutura juntamente com as diferentes especialidades, se tornam numa dificuldade para os Projectistas.

Madsen (2008), Grilo e Jardim-Gonçalves (2009) e Vanlande *et al.* (2008), nos seus trabalhos apontam para uma possível implementação das ferramentas BIM no processo de construção de um edifício, por se tirar grande partido da visualização em 3D, que se traduz na construção virtual do edifício antes de o ser fisicamente. Isto permite detectar todas as incongruências que possam haver na fase de concurso e melhora o processo de gestão de informação e comunicação. Além do que, pode ser executado o estudo do ciclo de vida de um edifício, evitando gastos excessivos e despropositados na fase de exploração e manutenção.

De salientar que os inquiridos afirmaram que a natureza dos seus projectos pertencentes à categoria F (Outras obras públicas), eram escolas e hospitais e é neste tipo de edifícios que o BIM pode marcar a diferença. As escolas e os hospitais, além de serem grandes edifícios, têm associado a si uma vasta rede de especialidades, tais como, aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), eléctrica, gás, hidráulica e muitas outras. As ferramentas BIM apresentam todas as potencialidades e benefícios para que neste tipo de projectos se possa tirar o máximo de rentabilidade desta metodologia.

Quadro 4.3 – Total de obras concluídas dentro do custo e prazo previsto

<b>Grupo</b>	<b>Total de obras com custo inferior ou igual ao orçamentado</b>	<b>Total de obras concluídas dentro do prazo previsto</b>
<b>Donos de Obra Públicos</b>	54%	53%
<b>Donos de Obra Privados</b>	15%	41%
<b>Projectistas</b>	19%	26%

Observando o Quadro 4.3, pode afirmar-se que existem diferenças acentuadas entre grupos. Estes foram questionados sobre o total de obras no último ano, com custo e prazo igual ou inferior ao previsto. De reparar a elevada percentagem, comparativamente aos outros grupos, que os Donos de Obra Públicos atribuem a cada um dos campos. Este facto deve-se à introdução do novo Código de Contratação Pública (CCP), que responsabiliza os projectistas e o empreiteiro pelos atrasos que possam ocorrer durante a fase de construção.

O orçamento continua a ser repetidamente excedido na maioria dos projectos e as percentagens demonstram isso mesmo. Mais à frente será dissecada a análise das causas dos atrasos que podem levar a desvios nos custos e prazos.

#### **4.4 Fase de concurso**

O Tribunal de Contas (2009) define as principais etapas, para a adequada definição do programa de concurso.

“Programa Preliminar do Projecto: Documento fornecido pelo dono de obra ao projectista para a definição dos objectivos, características orgânicas e funcionais e condicionamentos financeiros da obra, bem como dos respectivos custos e prazos de execução a observar, corresponde ao programa do Código dos Contratos Públicos.

Programa Base: Documento elaborado pelo projectista, a partir do programa preliminar resultando da particularização deste, visando a verificação da viabilidade da obra e do estudo de soluções alternativas, o qual, depois de aprovado pelo dono de obra, serve de base ao desenvolvimento das fases ulteriores do projecto.

Estudo Prévio: Documento elaborado pelo projectista, depois de aprovado o programa base, visando a opção que melhor se ajusta ao programa, essencialmente no que respeita à concepção geral da obra.

Anteprojecto: Documento a elaborar pelo projectista, correspondente ao desenvolvimento do estudo prévio aprovado pelo dono de obra, destinado a assentar em definitivo as bases a que deve obedecer a continuação do estudo sob a forma de projecto de execução.

Projecto de Execução: Documento elaborado pelo projectista, a partir do estudo prévio ou anteprojecto aprovado pelo dono de obra, destinado a facultar todos os elementos necessários à definição rigorosa dos trabalhos a executar.” (Tribunal de Contas, 2009).

Como se pode verificar, o projectista está envolvido desde muito cedo na execução do projecto, e deste modo é necessário tempo suficiente para a correcta definição de todas as etapas descritas.

Antunes (2009), alerta para o facto de no caso de se tratar de um contrato de obra pública, o Projecto de Execução deve incluir ainda uma descrição dos trabalhos preparatórios ou acessórios, uma lista completa de trabalhos necessários à execução da obra a realizar, mapas de quantidades e planeamento das operações de consignação.

O Projecto de Execução tem sempre de incluir, no mínimo, as seguintes peças:

- Memória descritiva e justificativa evidenciando a definição e a descrição geral da obra;
- Análise da forma como se deu satisfação às exigências do programa base;
- Indicação da natureza e condições do terreno;
- Justificação da implementação da obra e da sua integração nos condicionamentos locais existentes ou planeados;
- Descrição das soluções adoptadas com vista à satisfação das disposições legais em vigor;
- Indicação das características dos materiais, dos elementos de construção, das instalações e do equipamento;

- Justificação técnico-económica, com referência especial aos planos gerais em que a obra se insere;
- Cálculos relativos às diferentes partes da obra apresentada de modo a definirem, pelo menos, os elementos referidos para cada tipo de obra e a eventualmente justificarem as medidas adoptadas;
- Medições, dando a indicação da quantidade e qualidade dos trabalhos necessários para a execução da obra;
- Orçamento baseado nas quantidades e qualidades de trabalho das medições;
- Peças desenhadas de acordo com o estabelecido para cada tipo de obra e a representação de todos os pormenores necessários à sua perfeita compreensão, implantação e execução da obra;
- Condições técnicas gerais e especiais do caderno de encargos (Antunes, 2009).

Sempre que se revele necessário o Projecto de Execução deve ainda ser acompanhado dos seguintes elementos previstos no art. 43 do Decreto-Lei nº18/2008.

- Levantamentos das análises de base e de campo;
- Estudos geológicos e geotécnicos;
- Estudos ambientais (incluindo a declaração do impacto ambiental);
- Estudos de impacto social, económico ou cultural (incluindo a identificação das medidas de natureza expropriatória a realizar, dos bens e direitos a adquirir e dos bónus e servidões a impor);
- Expropriações e servidões;
- Resultados dos ensaios laboratoriais ou outros;
- Plano de prevenção e gestão de resíduos de construção e demolição.

O interesse por esta fase, é essencial para todo o ciclo de vida de um projecto, e a correcta definição de todas as etapas é essencial para se conseguir atingir esse objectivo. Assim, os inquiridos foram questionados sobre:

- A percentagem de projectos endossados a diferentes Gabinetes de Projecto;
- Tempo disponível para a execução do projecto, nas diferentes ópticas;
- *Ranking* das especificações no projecto com mais relevância;
- Causas dos atrasos;
- Pedidos de esclarecimento;
- Motivos para a ocorrência dos pedidos de esclarecimento;
- Seleção e adjudicação pela proposta mais baixa e suas consequências.

As questões levantadas ao universo de estudo têm o intuito de avaliar quais as causas mais influentes na Fase de Concurso, que levam a uma má definição do projecto. Quantificar o número de pedidos de esclarecimento nesta fase e perceber quais os seus motivos, tal como, estabelecer relações entre grupos para as diferentes causas dos atrasos de modo a considerar a sua correlação.

Em suma, pretende-se elaborar um estudo detalhado às causas dos atrasos, com vista a alertar os donos de obra e projectistas para os vários problemas que acontecem durante esta fase e tentar compreender quais as potencialidades da utilização de ferramentas BIM.

#### 4.4.1 Projectos endossados

Inaugura-se esta análise com o facto de muitos projectos não serem realizados única e exclusivamente apenas por um gabinete de projectos. Portanto, importa referir que segundo os Donos de Obra Privados e os Projectistas, parte dos seus projectos são entregues apenas a um gabinete de projecto, tal como se contempla na Figura 4.5.

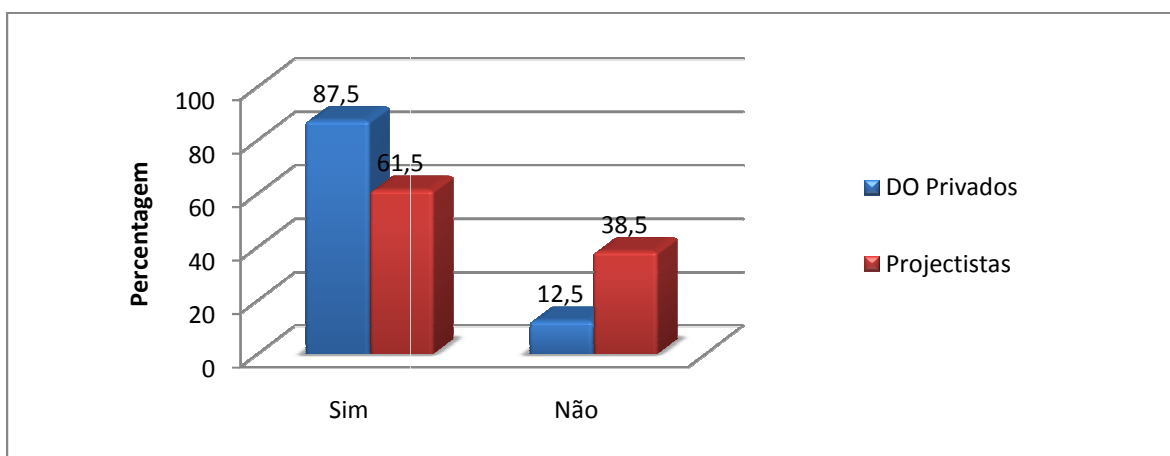


Figura 4.5 – Projectos de Execução que são endossados a apenas um Gabinete de Projecto

Normalmente o Dono de Obra Privado, quando quer concretizar um projecto, contrata apenas um gabinete de projecto para a execução de todos os trabalhos necessários para a sua definição, e o mesmo acontece com os Projectistas. Acontece que por vezes, estes não têm nos seus recursos humanos, engenheiros de especialidades, logo dividem o projecto de execução em partes. Esta partilha pode causar muitas incorrecções no projecto, devido ao reduzido trabalho de coordenação entre as diferentes especialidades com uma visão integrada, de forma a compatibilizar os trabalhos.

#### 4.4.2 Tempo disponível para execução do projecto

A Figura 4.6 e a Figura 4.7 avaliam o prazo que os Donos de Obra disponibilizam aos projectistas, para a execução do projecto que irá a concurso, na óptica do Projectista e do próprio Dono de Obra.

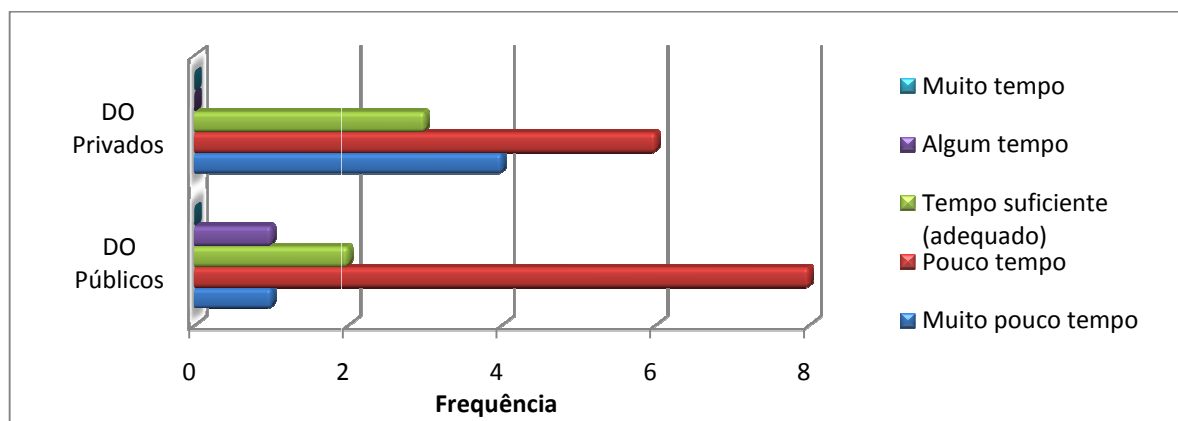


Figura 4.6 – Tempo que os Donos de Obra disponibilizam ao Projectista para execução do projecto – Visão do Projectista

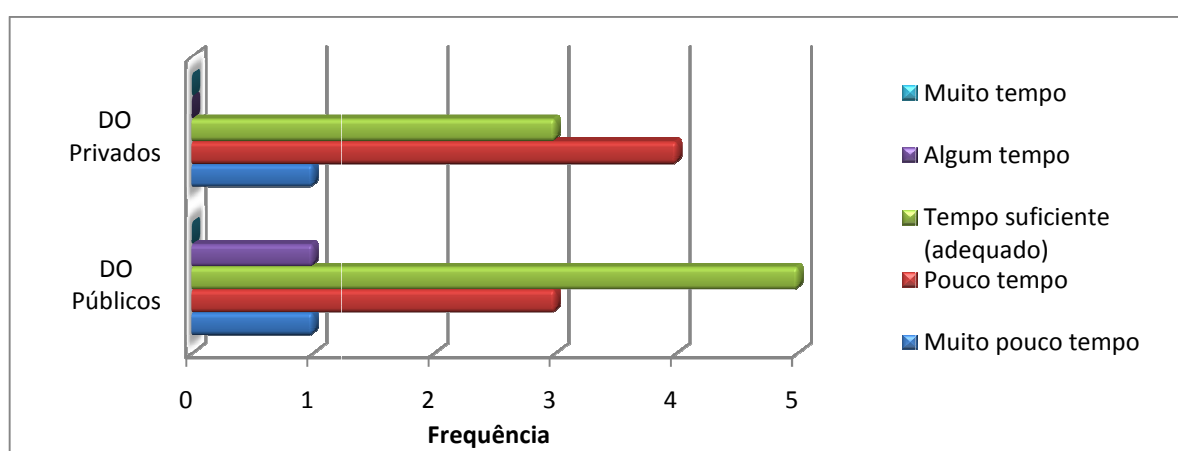


Figura 4.7 – Tempo que os Donos de Obra disponibilizam ao Projectista para execução do projecto – Visão dos Donos de Obra

Verifica-se que 10 dos 13 inquiridos afirmam ter pouco ou muito pouco tempo para a execução do projecto privado e 9 dos 13 inquiridos afirmam o mesmo para os projectos públicos. O que demonstra uma clara escassez de tempo suficiente para que o projecto que vai a concurso tenha qualidade.

Os Projectistas para apresentarem a sua proposta em concurso, são obrigados por força do factor tempo a fornecer um projecto pouco detalhado. Love e Mandal (2000) concluíram que a prevenção da falta de qualidade dos projectos deve ser realizada na fase de execução de projecto, porque caso não receba a atenção devida, tem como resultado o aparecimento de falhas logo desde o início da fase de construção e de custos exorbitantes de trabalhos de rectificação e reconstrução que, segundo alguns autores, chegam a atingir 12,4% do custo total da obra.

A visão dos Donos de Obra, é um pouco mais favorável no sentido em que são eles a avaliar o tempo facultado aos projectistas. Analisando a Figura 4.7, existe uma diminuta diferença entre privados e públicos.

Concluí-se da seguinte análise que normalmente é sempre o Dono de Obra Privado a impor prazos mais curtos para a execução do projecto. No entanto este facto deveria ser alterado, visto que o Dono de Obra ciente da elevada concorrência entre gabinetes de projecto disponibiliza um reduzido

investimento em tempo e custo para a execução de projecto na fase de elaboração o que tem conduzido a uma falsa economia numa das áreas mais críticas do processo produtivo, que mais tarde se irá reflectir em custos acrescidos em obra. Ou seja, poupa-se no projecto para obter os elementos mínimos necessários para o lançamento do concurso, sem a preocupação de se definir correctamente a obra a executar (Santo, 2006).

A solução para este problema passa como é óbvio pelo alargamento dos prazos mínimos e por uma remuneração monetária mais adequada para a execução do projecto.

#### 4.4.3 Ranking das especificações de projecto

Através da análise da Figura 4.8, Figura 4.9 e Figura 4.10 procura-se tentar estabelecer relações e concordâncias entre grupos, para os *rankings* das especificações apresentadas pelo Dono de Obra. Todos os grupos foram inquiridos acerca dos diferentes métodos expostos, e são eles:

- Forma e função – Especificação das principais características e funcionalidades do projecto a construir;
- Materiais e acabamentos – Especificação dos materiais e tipo de acabamentos desejados no projecto;
- Custo limite – Especificação do custo limite máximo que o dono de obra está disposto a pagar pela execução do projecto;
- Comportamento ambiental – Especificação do comportamento ambiental desejado para o projecto;
- Manutenção – Especificação do tipo de manutenção pretendido, e definição dos custos de exploração;
- Prazo – Especificação do prazo máximo que o dono de obra atribui para a execução do projecto.

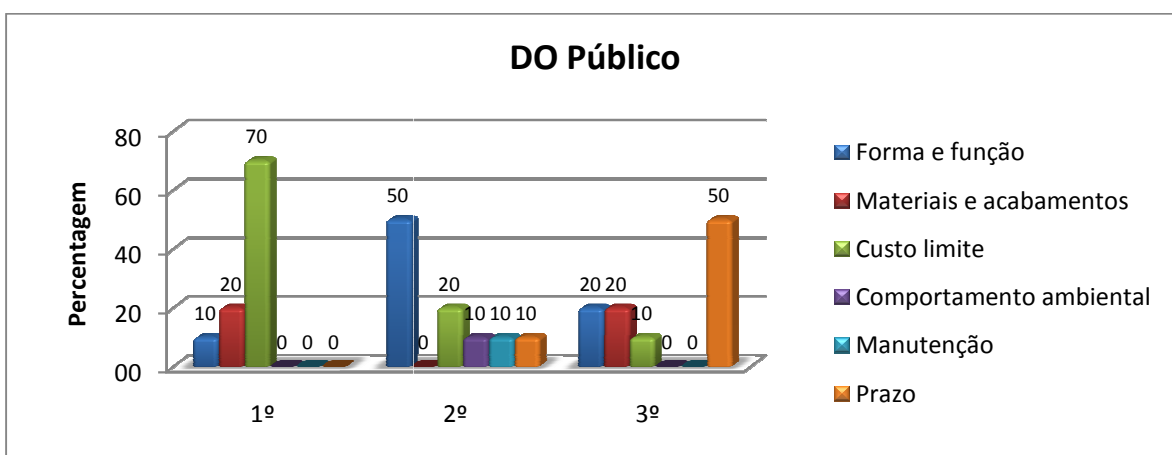


Figura 4.8 – Ranking para a especificação do método utilizado para a definição do projecto – Visão do Dono de Obra Público

As especificações com mais relevância para os Donos de Obra Públicos são o custo limite, a forma e função e o prazo. Estes são os que ganham maior destaque na atribuição do *ranking* proposto. Os inquiridos conferem como primeiro lugar, o custo limite, com 70% das respostas. Em segundo lugar destaca-se a percentagem da forma e função com 50%, e por último o prazo a receber igualmente 50% das respostas.

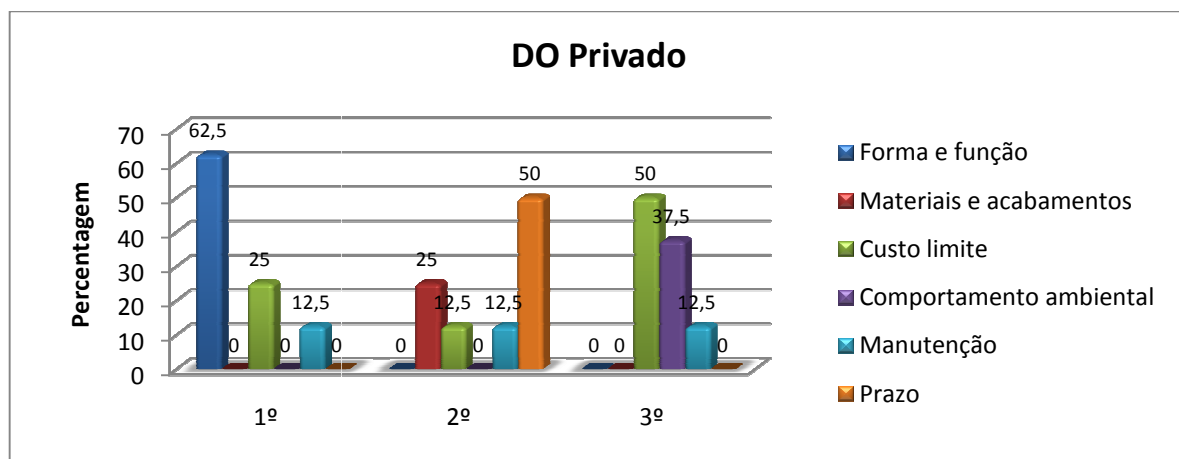


Figura 4.9 – *Ranking* para a especificação do método utilizado para a definição do projecto – Visão do Dono de Obra Privado

O Dono de Obra Privado, em primeiro lugar especifica a forma e função do projecto a construir (62,5%). De seguida atribui com 50% ao prazo e por último, como se pode constatar existe uma ambiguidade nas respostas, já que o custo limite e o comportamento ambiental arrecadaram percentagens semelhantes, 50% e 37,5%, respectivamente.

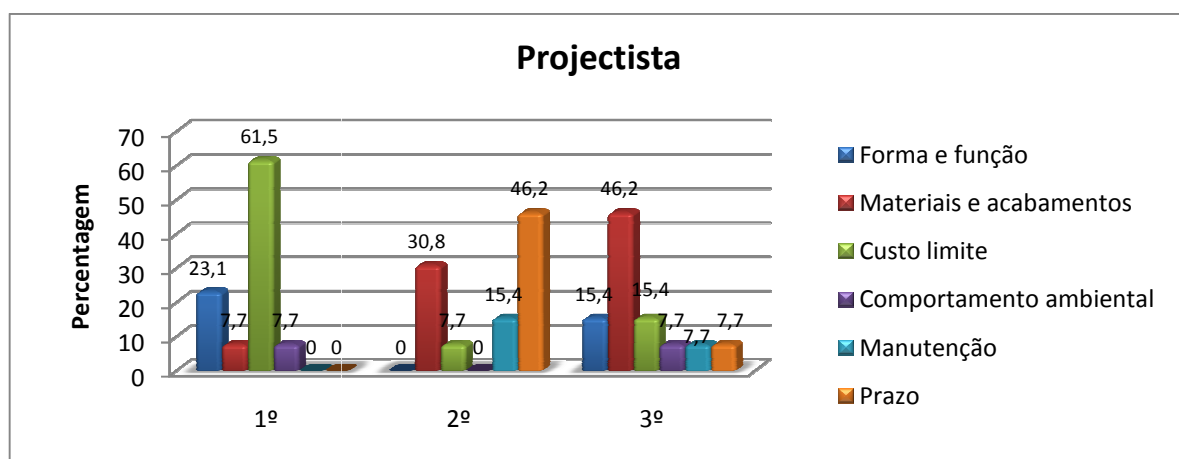


Figura 4.10 – *Ranking* para a especificação do método utilizado para a definição do projecto – Visão do Projectista

No grupo dos Projectistas, evidencia-se o custo limite como primeiro lugar com 61,5% das respostas. O prazo e os materiais e acabamentos surgem como as preocupações principais na especificação dos métodos apresentados, com 46,2% e 30,8%, respectivamente. Por último mostra-

se que os materiais e acabamentos, já presentes no segundo lugar com uma percentagem significativa, voltam a aparecer no terceiro com 46,2%.

A análise denota uma tendência para que os Donos de Obra tenham em conta, apenas o custo limite, o prazo, a forma e função do projecto. Na Fase de Concurso, a especificação do tipo de manutenção desejado e o estudo do comportamento ambiental, servem de um modo geral, para a redução de custos do utilizador final. Contudo, no grupo dos Donos de Obra estas especificações têm de ser analisadas de forma diferente, já que muitos dos projectos realizados pelo dono de obra privado, são destinados a serem vendidos, ou seja, é o utilizador final que acarreta com as despesas de exploração e manutenção. No caso dos Donos de Obra Públicos o cenário é diferente, porque se trata de um bem público, destinado a ser usufruído pelo cidadão. E será o município a pagar essas despesas, que se mostram muitas das vezes excessivas e desapropriadas. O Tribunal de Contas (2009) alerta para a necessidade de se elaborar um estudo investimento vs encargos financeiros de forma a avaliar o custo do ciclo de vida do projecto, numa perspectiva de custeio global. Nos últimos anos o controlo da despesa nas obras públicas tem centrado a sua atenção nas derrapagens financeiras e nos desvios de prazos durante a fase de construção, omitindo a apreciação sobre uma outra importante componente da despesa, os custos de manutenção e exploração (Couto e Couto, 2007). Assim, o dono de obra público deve ter um maior cuidado na especificação dos métodos para uma correcta definição do projecto.

No caso dos Projectistas, estes dão maior importância para o custo limite, o prazo e a especificação dos materiais e acabamentos. Por um lado o valor atribuído ao custo e prazo é elevado devido às imposições do dono de obra em querer o projecto finalizado o mais rápido possível. Porque o dono de obra sabe que quanto menos tempo o projectista tiver para a execução, menos terá de lhe pagar. Por outro lado materiais e acabamentos recebem uma posição favorável e de destaque, visto que, é uma das obrigações do projectista na elaboração do projecto de execução. Como já foi referido, na execução do projecto, este deve incluir a indicação das características dos materiais adoptados, dos elementos de construção, das instalações e do equipamento. O projectista deve prevenir e estudar a melhor opção dos materiais a empregar em obra, pois com a diminuição do ciclo de vida dos materiais e dos componentes de construção, pode implicar graves consequências ao nível das patologias construtivas (Couto e Couto, 2007).

Finalizando e tal como os Donos de Obra, os Projectistas menosprezam os estudos de comportamento ambiental e de impacto económico, onde se inclui, o estudo dos custos de manutenção e exploração.

#### **4.4.4 Causas dos atrasos**

Na Fase de Concurso, ocorrem atrasos significativos, que importa classificar e examinar quanto à sua gravidade. A análise das causas dos atrasos assentará na metodologia utilizada por Assaf e Al-Heijji (2006), que se passa a descrever. Os autores elaborando um estudo semelhante ao apresentado, conduziram um inquérito no sentido de avaliar as principais causas dos atrasos em

grandes projectos de construção na Arábia Saudita. Tendo identificado 73 causas dos atrasos, inquiriu os principais intervenientes no processo de construção e para cada causa eram feitas duas perguntas:

- Qual a frequência de ocorrência para essa causa;
- Qual o grau de impacto no projecto dessa causa.

Ambas as perguntas eram categorizadas em escalas de 1 a 4.

Assaf e Al-Heijji (2006) classificaram toda a informação recolhida através de *rankings* de frequência, de impacto e de importância, pelo que se passa a descrever cada um ao pormenor, adaptando para o modelo de inquérito utilizado.

Índice de Frequência: usado para elaborar o *ranking* das causas dos atrasos, baseadas na frequência com que ocorrem.

$$\text{Índice de Frequência (\%)} = \sum a \left( \frac{n}{N} \right) \times \frac{100}{5}$$

Índice de Impacto no tempo: usado para elaborar o *ranking* das causas dos atrasos, baseadas no impacto que apresentam para o projecto

$$\text{Índice de Impacto no tempo (\%)} = \sum a \left( \frac{n}{N} \right) \times \frac{100}{5}$$

Nas duas equações apresentadas, *a* é a constante expressa pelo respondente para quantificar o atraso, na escala de 1 a 5, *n* é a frequência com que a mesma resposta aparece para cada atraso e *N* é o número total das respostas.

Chega-se ao Índice de Importância, que conjuga os dois índices, surgindo da multiplicação dos dois factores, como se mostra na seguinte equação.

$$\text{Índice de Importância (\%)} = \frac{\text{Índice de Frequência (\%)} \times \text{Índice de Impacto no tempo (\%)}}{100}$$

Deste modo, e através da metodologia de análise apresentado, passa-se a descrever sumariamente, as principais causas dos atrasos na Fase de Concurso para os diferentes grupos (Quadro 4.4, Quadro 4.5 e Quadro 4.6). O estudo irá incidir sobre cada grupo individualmente, e por fim será consumada a conclusão do estudo num quadro que evidencia as principais causas ordenadas por *ranking*.

Quadro 4.4 – Causas dos atrasos, na Fase de Concurso – Visão do Dono de Obra Público

Motivo do atraso	Frequência		Impacto		Importância	
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking
<b>Morosidade na resposta aos pedidos de esclarecimento</b>	86	1	76	2	65,4	1
<b>Interacção com os vários intervenientes</b>	78	2	82	1	63,9	2
<b>Elaboração de estudos técnicos necessários ao projecto</b>	78	2	74	3	57,7	3
<b>Morosidade na resposta à aprovação e alteração de materiais</b>	68	4	60	4	40,1	4
<b>Atrasos nos pagamentos</b>	66	5	58	5	38,3	5

Os donos de obra públicos indicam que o atraso que acontece com maior frequência (86%) é o da morosidade na resposta aos pedidos de esclarecimento, no entanto, não é o que representa um maior impacto no projecto. Curioso avaliar, que sendo da responsabilidade dos donos de obra públicos, a resposta aos pedidos de esclarecimento, estes não se desresponsabilizaram e atribuíram um factor mais elevado a um atraso causado pelos mesmos. Consideram que a causa com maior impacto é a interacção entre intervenientes, e cientes deste problema referem que este atraso acontece com bastante frequência (78%).

Quadro 4.5 – Causas dos atrasos, na Fase de Concurso – Visão do Dono de Obra Privado

Motivo do atraso	Frequência		Impacto		Importância	
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking
<b>Morosidade na resposta aos pedidos de esclarecimento</b>	77,5	1	82,5	1	63,9	1
<b>Interacção com os vários intervenientes</b>	75	2	80	2	60	2
<b>Elaboração de estudos técnicos necessários ao projecto</b>	62,8	3	75	3	47,1	3
<b>Morosidade na resposta à aprovação e alteração de materiais</b>	60	4	72,5	4	43,5	4
<b>Atrasos nos pagamentos</b>	52,5	5	57,5	5	30,2	5

Parece haver uma relação entre donos de obra, visto que ambos atribuem uma grande importância aos atrasos devidos à morosidade na resposta aos pedidos de esclarecimento e à interacção entre intervenientes.

Quadro 4.6 – Causas dos atrasos, na Fase de Concurso – Visão do Projectista

Motivo do atraso	Frequência		Impacto		Importância	
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking
Morosidade na resposta aos pedidos de esclarecimento	78,5	1	76,9	2	60,4	1
Morosidade na resposta à aprovação e alteração de materiais	66,2	3	80	1	52,9	2
Interacção com os vários intervenientes	61,5	5	76,9	2	47,3	3
Atrasos nos pagamentos	78,5	1	52,3	5	41	4
Elaboração de estudos técnicos necessários ao projecto	61,5	5	64,6	4	39,7	5

Novamente, se verifica no caso dos projectistas, que o atraso que ocorre com maior frequência é sempre o mesmo nos 3 grupos inquiridos. Este grupo apresenta como atraso que tem maior impacto no projecto é o da morosidade na resposta à aprovação e alteração de materiais. No fundo, existe sempre uma demora acentuada na resposta por parte do dono de obra.

Concluindo a análise, e fazendo a comparação entre grupos (Quadro 4.7), pode assim identificar-se através dos *rankings* propostos pela metodologia de Assaf e Al-Heijji (2006), que existe concordância e relações directas.

Quadro 4.7 – Causas dos atrasos – Comparação entre grupos

Motivo do atraso	DO Público		DO Privado		Projectista		TOTAL	
	Importância		Importância		Importância		Importância	
	Índ.	Rank.	Índ.	Rank.	Índ.	Rank.	Índ.	Rank.
Morosidade na resposta aos pedidos de esclarecimento	65,4	1	63,9	1	60,4	1	189,7	1
Interacção com os vários intervenientes	63,9	2	60	2	47,3	3	171,2	2
Elaboração de estudos técnicos necessários ao projecto	57,5	3	47,1	3	39,7	4	144,5	3

<b>Morosidade na resposta à aprovação e alteração de materiais</b>	40,1	4	43,5	4	52,9	2	136,5	4
<b>Atrasos nos pagamentos</b>	38,2	5	30,2	5	41	5	109,5	5

O primeiro motivo para a causa do atraso com maior importância é para todos os grupos, a morosidade na resposta aos pedidos de esclarecimento. Tendo a ver directamente com a escassez de detalhes no projecto, este atraso está de acordo com o estudo elaborado por Vasconcelos (2010), que avaliou igualmente quais os atrasos com maior relevância na fase de concurso, chegando a resultados interessantes e que importa serem comparados já que no seu trabalho de investigação apenas analisou a perspectiva das empresas de construção. No seu estudo demonstra que a escassez de detalhes é o atraso com maior impacto, juntamente com o atraso devido à legislação actual.

Para a escassez de detalhes Vasconcelos (2010) inquiriu os seus respondentes acerca do grau de utilização de recursos, do tempo dispendido, da frequência de ocorrência e do impacto no custo total da obra. Chegando à conclusão que o atraso apontava para um impacto severo em todos os factores indagados.

Complementa-se esta análise pelo facto de os donos de obra prestarem pouca atenção na preparação dos elementos necessários a fornecer aos projectistas e do modo como são elaborados. Muitas vezes, estes são executados por diferentes especialistas, que por sua vez subcontratam medidores e daí resulta uma inadequada coordenação, e consequentes erros no projecto (Couto e Teixeira, 2006).

A interacção com os vários intervenientes ocupa o segundo lugar do *ranking*. Na Fase de Concurso é muito importante que haja uma boa comunicação entre donos de obra e projectistas porque são as partes envolvidas nesta fase. O dono de obra quer ver o seu projecto executado o mais rápido possível e o projectista enfrenta os prazos apertados, impostos pelo dono de obra. Segundo Couto e Teixeira (2006) o reduzido trabalho de coordenação entre as diferentes especialidades com uma visão integrada, de forma a compatibilizar os trabalhos, leva a atrasos significativos e à deficiente qualidade nos projectos.

Em terceiro lugar aparece o atraso devido à falta de estudos técnicos necessários à elaboração do projecto. Estes estudos são da responsabilidade do dono de obra, que muitas vezes não os executa. A falta destes documentos leva o projectista a apresentar projectos incompletos e incompatíveis com o terreno onde se vai desenvolver a obra. Uma das causas apontadas por muitos autores é a falta de informação das condições do terreno ao projectista. Santo (2006) refere que a informação prestada pelos donos de obra aos projectistas, sobre as características dos terrenos é normalmente insuficiente.

A morosidade na resposta à aprovação e alteração de materiais é novamente uma situação que confronta o projectista com o dono de obra, na medida em que existe um grande desfasamento entre o pedido do projectista e a resposta do dono de obra. Este factor está directamente relacionado

com a interacção entre intervenientes, porque se houvesse uma boa comunicação estas alterações não ocorriam com tanta frequência e não causavam tanto impacto no custo.

De realçar que os atrasos nos pagamentos apesar de ocorrerem com alguma frequência não apresentam grande impacto no custo total. Os projectistas inquiridos sustentaram estes resultados com o facto de não poderem parar de trabalhar, só porque o dono de obra não lhes pagava dentro do prazo estipulado.

No culminar desta análise à causa dos atrasos na Fase de Concurso, importa referir mais uma vez que os resultados apresentados estão de acordo com a literatura. Nomeadamente com os estudos elaborados por Couto e Teixeira (2006) e Santo (2006), que engloba muitos dos motivos dos atrasos estudados no presente trabalho. Afirmam que a ambiguidade dos programas preliminares que permitirá definir o objecto da empreitada e desenvolver o projecto, transfere muitas vezes para os projectistas a responsabilidade de “adivinhar” o que o dono de obra realmente pretende. Isto, associado a uma recorrente escassez de estudos de viabilidade, continua a estar na origem de uma grande parte dos problemas que posteriormente se manifestam nos projectos de execução.

#### 4.4.5 Pedidos de esclarecimento

No seguimento do estudo às causas dos atrasos, é essencial compreender os motivos para os pedidos de esclarecimento, o número de pedidos por classe de projecto e o tempo que é necessário para responder a um pedido. Deste modo pode analisar-se o tempo que é dispendido para resolver estas situações.

Na Figura 4.11, procura-se estabelecer uma relação directa entre o número de pedidos de esclarecimento que os 3 grupos admitem conter durante a Fase de Concurso, por obra e por empreiteiro candidato à execução dos trabalhos físicos.

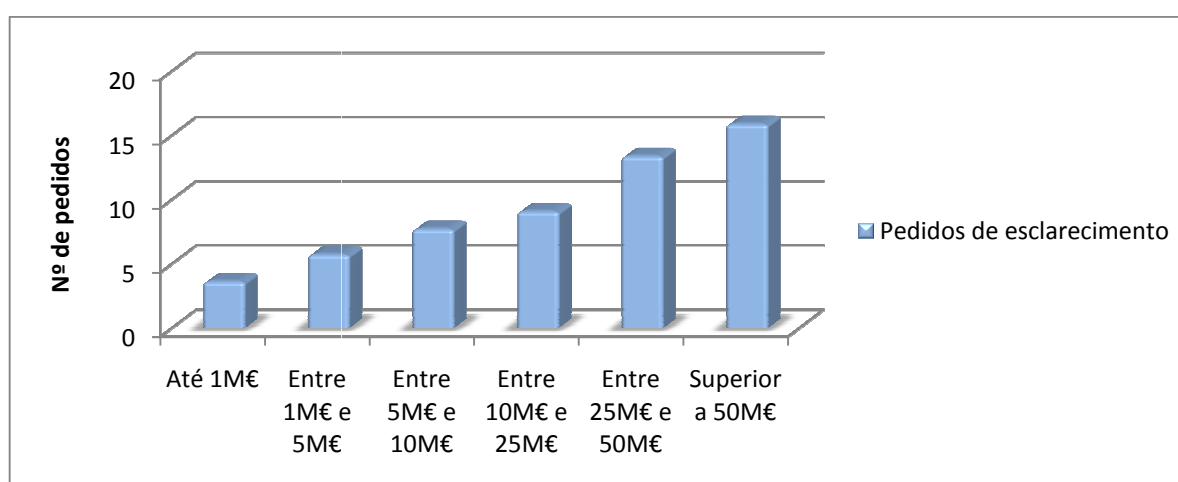


Figura 4.11 – Número médio de pedidos de esclarecimento por classe de projecto, para cada empreiteiro candidato

Verifica-se que existe uma linearidade entre classes de projecto. No entanto, devido à dispersão da natureza de projectos que as entidades inquiridas apresentam, não é totalmente verdadeiro extrapolar os resultados, referindo que quanto maior é o valor da obra, maior é o número de pedidos de esclarecimento. Estes ocorrem essencialmente devido à complexidade e da qualidade da informação proveniente do dono de obra, da qualidade do projecto e da liberdade de concepção dada pelo dono de obra (Vasconcelos, 2010).

Sabendo que da ocorrência de pedidos de esclarecimento, resulta uma grande utilização de recursos e tendo conhecimento que cada vez mais empreiteiros se candidatam para a execução de obras, retira-se que mesmo havendo e como é normal, pedidos de esclarecimento iguais para mais que um empreiteiro, é dispendido tempo supérfluo.

Consequentemente, ao número de pedidos realizados, era fundamental recolher informação relativa ao tempo médio necessário para preparar a resposta a um pedido de esclarecimento (Quadro 4.8).

Quadro 4.8 – Número de dias necessário para preparar a resposta a um pedido de esclarecimento

Grupo	Tempo necessário para preparar a resposta a um pedido de esclarecimento	
	Média (dias)	Desvio Padrão
<b>Donos de Obra Públicos</b>	4,80	2,300
<b>Donos de Obra Privados</b>	4,25	1,035
<b>Projectistas</b>	3,64	1,120

Na observação directa denota-se uma ligeira diferença entre grupos, mas nada que indique motivos significativos para tal diferença.

Os esclarecimentos solicitados pelos empreiteiros são respondidos normalmente num prazo de 4 dias. Considera-se um valor exagerado, mas que no caso na visão dos empreiteiros é superior, visto que, segundo Vasconcelos (2010), o empreiteiro demora em média uma semana a receber a resposta, porém é referenciado que este número tende a aumentar com a complexidade do pedido.

Convém referir que os inquiridos formalizam os seus pedidos de esclarecimento através do telefone, fax e correio electrónico.

Aliado ao tempo, ainda se tem a possibilidade de o pedido não ser completamente satisfeito à primeira (Quadro 4.9), ou seja, o empreiteiro ou o projectista enviam o seu pedido de esclarecimento e este tem de ser analisado e respondido, só que por vezes a resposta dada não é suficientemente detalhada e composta de modo ao empreiteiro considerá-la satisfeita.

Quadro 4.9 – Percentagem dos pedidos de esclarecimento que não são clarificados à primeira

Grupo	Pedidos de esclarecimento, não clarificados à primeira
	Média (%)
<b>Donos de Obra Públicos</b>	9,50
<b>Donos de Obra Privados</b>	12,50
<b>Projectistas</b>	17,73

A resposta dos donos de obra não difere muito entre si, e considera-se que 9,5% e 12,5% são percentagens aceitáveis para uma resposta não favorável. No entanto, esta é a visão dos donos de obra, ou seja, pode ser sempre uma visão mais favorável do acontecimento.

Sendo a percentagem dos projectistas de 17,7%, encara-se esta realidade com normalidade já que se compreende que alguns pedidos são difíceis de responder, devido à complexidade dos projectos e à falta de informação necessária.

Com a legislação em vigor os projectistas passam a ter maiores responsabilidades na elaboração dos projectos, o que obriga a um maior cuidado na contratação dos serviços, dos seguros e na fixação de honorários (Costa, 2009).

Deste modo e segundo os dados disponíveis no Quadro 4.10, é indispensável identificar qual o motivo para a ocorrência dos pedidos de esclarecimento. Foram inquiridos os 3 grupos, sobre as causas associadas e deu-se especial relevância às respostas, 4 e 5, algumas vezes e muitas vezes, respectivamente.

Quadro 4.10 – Motivo da ocorrência dos pedidos de esclarecimento

Motivo	DO Público	DO Privado	Projectista
	Muitas vezes + Algumas vezes (%)	Muitas vezes + Algumas vezes (%)	Muitas vezes + Algumas vezes (%)
<b>Documentação a apresentar</b>	0	12,5	38,5
<b>Quantidades do articulado</b>	60	62,5	53,8
<b>Especificação de materiais</b>	20	25	23,1
<b>Trabalhos necessários não incluídos no projecto</b>	40	50	46,2
<b>Materiais necessários não incluídos no projecto</b>	30	37,5	38,5

Comentando os dados, verifica-se alguma concordância entre grupos, o que se releva benéfico para a validação e aceitação dos resultados como representativos. Como motivo principal para a ocorrência dos pedidos de esclarecimento, tem-se as quantidades do articulado, a receberem as percentagens mais elevadas em comparação com todos os outros motivos. De seguida e igualmente em todos os grupos o motivo com mais frequências de resposta foram os trabalhos

necessários não incluídos no projecto. O mesmo se verifica para os materiais necessários não incluídos no projecto. O resultado mais dispare e que salienta a atenção é o facto de os projectistas serem os únicos a atribuírem um peso significativo ao motivo relativo à documentação a apresentar. Esta documentação trata-se dos estudos e informações necessárias que o dono de obra realiza e que posteriormente entrega ao projectista para a realização do projecto de execução.

Para finalizar esta observação pode concluir-se que todos os motivos estão relacionados com a falta de documentos e da pouca qualidade dos mesmos. Estando directamente relacionados com a documentação do programa preliminar e dos seus estudos, o Tribunal de Contas (2009) constatou no seu relatório a cinco empreendimentos, “a ausência de adequados programas preliminares, da responsabilidade dos donos de obra, como elemento de referência para a contratação de projectos”.

#### **4.4.6 Selecção e adjudicação**

Complementando o estudo pormenorizado na Fase de Concurso, através da análise que foi efectuada, é indispensável estimar se a selecção e adjudicação do projecto de execução a determinado empreiteiro pela proposta mais baixa, tem implicações directas em posteriores erros, atrasos e derrapagens financeiras que possam ocorrer, na Fase de Construção.

Desta feita, inquiriu-se apenas os Donos de Obra Privados e os Projectistas sobre a frequência com que as obras eram adjudicadas pela proposta inferior. No Quadro 4.11, procura-se desvendar qual a percepção dos 2 grupos para tal acontecimento. Necessário será referir que a escala empregada foi de 1 a 5, sendo 1, muito poucas vezes e 5, muitas vezes.

Quadro 4.11 – Média de obras que são adjudicadas pelo valor mais baixo

Grupo	Obras que são adjudicadas pelo valor mais baixo	
	Média (escala 1 a 5)	Desvio Padrão
<b>Donos de Obra Privados</b>	4	0,756
<b>Projectistas</b>	4,38	0,650

Retira-se na grande maioria das vezes, os critérios para a selecção do empreiteiro é dado pelo que apresenta uma proposta mais baixa. O que se pretende demonstrar não é o facto de ser um mau método de selecção, mas sim o facto de haver outros factores de grande importância e que deveriam ser avaliados antes da adjudicação.

O Tribunal de Contas (2009) aponta que os critérios de adjudicação das empreitadas deveriam ter em conta as mais-valias e a exequibilidade técnica que as propostas apresentadas tinham para o sucesso global do projecto. “De registar, ainda, que, na empreitada da Ponte Rainha Santa Isabel, os critérios de apreciação das propostas foram estabelecidos de forma geral, sem qualquer detalhe nem ponderação, uma vez que não foram definidos subcritérios. O “preço”, que era o critério classificado em segundo lugar, foi, na prática, o critério que predominou para ordenar e

classificar os concorrentes, uma vez que o dono de obra considerou que todas as empresas concorrentes respondiam em termos equivalentes ao primeiro critério: “garantia de boa execução técnica e valor técnico”, (Tribunal de Contas, 2009).

Chegando a estes resultados, mostra-se relevante perceber se a selecção da empreitada com valor mais baixo (Quadro 4.12), tinha influência directa com os seguintes factores:

- Erros;
- Atrasos;
- Sobrecusto.

Quadro 4.12 – Selecção do empreiteiro pela proposta mais baixa tem influência nos diferentes factores

Grupo	Erros durante construção		Atrasos na construção		Sobrecusto da construção	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
<b>Donos de Obra Públicos</b>	3,80	0,919	4,10	0,876	3,60	1,075
<b>Donos de Obra Privados</b>	3,00	1,195	3,38	1,061	3,13	0,991
<b>Projectistas</b>	4,15	0,987	4,31	1,109	4,38	0,768

A visão do Projectista neste caso é a mais negativa, manifestando as mais altas médias para os 3 factores expostos. No entanto não se irá dar extrema relevância a estes resultados já que o mais importante é ter o conhecimento da opinião do Dono de Obra, porque é este que vai pagar o valor da empreitada. E da observação directa retira-se a atribuição de um maior peso por parte dos Donos de Obra Públicos. Comparativamente entre os 2 donos de obra, verifica-se uma concordância no factor devido aos atrasos na construção, a receber a maior média. No relatório elaborado pelo Tribunal de Contas (2009), verifica-se que os empreendimentos auditados apresentaram derrapagens de prazos que oscilaram entre 1,4 e 4,6 anos, que aparentemente parece ser descomunal. De referir que os desvios nos prazos acontecem devido a diversos factores, e o Tribunal indica alguns que estão de acordo com o estudo elaborado e outros que serão estudados mais à frente, na Fase de Construção.

#### 4.4.7 Potenciais benefícios das ferramentas BIM

De acordo com os dados obtidos, estudados e devidamente analisados, pretende obter-se respostas conclusivas, que possam contribuir para esclarecer as dúvidas quanto à utilização das ferramentas BIM e de todas as suas potencialidades no que diz respeito à supressão da grande maioria das causas dos atrasos, durante a fase de concurso.

Quanto aos projectos endossados a outros gabinetes, a utilização de ferramentas BIM não iria trazer alterações significativas, uma vez que isso depende dos recursos humanos das empresas. Por outro lado o facto de estes projectos serem entregues a outros gabinetes, compromete a compatibilização dos projectos de especialidades. O BIM é um banco de dados totalmente integrado, e como a informação é coordenada, qualquer alteração realizada no modelo afecta todos os

desenhos relacionados, resultando daí uma geração e actualização automática de documentos (McFarland, 2007). Com a utilização de BIM, os projectos apresentados serão mais detalhados e pormenorizados, contribuindo para a eliminação de uma das causas mais apontadas referente à escassez de detalhes do projecto de execução. Daí resultam atrasos recorrentes devidos à morosidade na resposta do dono de obra, quando o projectista apresenta alguma dúvida.

Segundo o Tribunal de Contas (2009), umas das principais causas para as excessivas derrapagens financeiras, foi a falta de articulação entre as entidades envolvidas no projecto.

A aplicação destas ferramentas na Fase de Concurso, resulta num aumento de produtividade no sector de engenharia e arquitectura, já que desde o início de cada projecto, todos os intervenientes obtêm grandes benefícios utilizando BIM, tais como: projectos mais eficientes, detalhes e produção mais rápidos; suporte melhorado para automatizar e reduzir erros devido a coordenação interna (Eastman *et al.*, 2003). Importa também referir que através desta metodologia é possível construir o projecto virtualmente antes de este o ser fisicamente. Isto permite desde cedo detectar incompatibilidades entres projectos de especialidades, reduzindo o número de pedidos de esclarecimento durante a fase de construção.

No caso do dono de obra, este é altamente beneficiado com a construção do modelo 3D do edifício a construir. Assim poderá ter uma perfeita noção do projecto a construir, e poderá decidir quais as funcionalidades que pretende. Evitando mais tarde as alterações no projecto ou indefinições no programa preliminar.

O dono de obra é igualmente favorecido, já que através das ferramentas BIM é possível complementar o projecto com os custos de vida do edifício na fase de exploração e manutenção. Descreve o relatório do Tribunal de Contas (2009), que os donos de obra não promovem estudos de viabilidade económica do projecto. Neste sentido, deverá ser identificado para cada uma das fases do ciclo de vida de um projecto, o tempo necessário para cada parte e o respectivo custo.

No estudo elaborado por Souza *et al.* (2009), que avalia as potencialidades das ferramentas BIM na fase de concepção de projecto, verifica-se que os entrevistados notaram uma melhoria significativa ao nível da qualidade de projecto, pela possibilidade de antecipação de problemas. Indicam igualmente um acréscimo na comunicação entre intervenientes e os benefícios que daí resultam.

A comunicação entre os profissionais envolvidos nesta fase é mais clara e eficaz, uma vez que ao partilhar informações através de BIM o tempo dispendido entre os intervenientes do projecto é menor além do que há uma significativa melhoria na comunicação multidisciplinar entre os profissionais. Como o BIM é um modelo integrado de informações, em que todos trabalham sobre o mesmo modelo e todas as alterações acontecem sobre este. Logo, o número de erros de projecto reduz-se significativamente, visto que o empreendimento é construído virtualmente, sendo possível antecipar incompatibilidades entre projectos que é causa de grandes atrasos nesta fase que mostra bastante importante para o sucesso final do empreendimento. Com a edificação virtual do projecto têm-se também uma diminuição significativa do retrabalho devido a ordens de alteração por parte do Dono de Obra, que acontece na fase de construção.

Com a implementação de ferramentas BIM é possível uma troca de experiências, o estudo das opções construtivas, a simulação de alternativas tecnológicas, facilitando o desenvolvimento de soluções que otimizem a obra e, portanto, reduzem o impacto final para o utilizador. A visualização em 3D proporciona a compreensão por parte do empreiteiro o que resulta em menos tempo gasto na interpretação e compatibilização de projectos.

Quanto mais intervenientes compartilharem informações através do BIM e quanto maior o nível de detalhe dessas informações, menor serão os pedidos de esclarecimento que ocorrerão nesta fase. Menor será o potencial de risco da obra, tanto em prazo, custo e qualidade.

Outra das grandes vantagens dos projectos serem mais detalhados e de toda a informação ser compartilhada entre todos os intervenientes é o facto de ocorrerem menos erros e omissões nos projectos, factor que causa inúmeras disputas em obra e entre os envolvidos no projecto e consequentemente em obra.

Necessário será comparar a utilização dos processos convencionais (CAD) com o uso das ferramentas BIM para se verificar realmente o verdadeiro potencial que esta nova metodologia pode trazer para os Gabinetes de Projecto.

No processo convencional, utilizando ferramentas CAD, um projecto é criado através de uma série de desenhos técnicos, sem conexões explícitas entre si, cuja leitura em conjunto permite a compreensão da totalidade da informação do projecto. Pode igualmente ser criado um modelo tridimensional através desses projectos, mas que pouco influencia o processo do projecto em si e a qualidade final do produto. Neste processo o projectista despende muito mais tempo na fase de projecto visto que é necessária a criação da informação para todos os dados geométricos a usar.

Já no processo recorrendo a ferramentas BIM, ocorre uma inversão. Ao invés de uma série de desenhos bidimensionais, o projectista constrói virtualmente um modelo do empreendimento, utilizando objectos que simulam a forma e o comportamento dos elementos construtivos a serem empregues na fase de construção. Os modelos virtuais funcionam como bases de dados onde são armazenados os dados geométricos e de forma de cada elemento construtivo. A combinação desses dados permite a extracção automática de documentos como plantas, cortes e perspectivas. Daí surge uma poupança significativa no tempo que o projectista despende para a execução do projecto. Uma vez que a sua atenção recai sobre aspectos construtivos e não sobre os desenhos técnicos, porque uma boa parte destes são gerados automaticamente.

O facto de se utilizar a base de dados integrada e unificada para todo o conteúdo da informação é que as alterações ao projecto num determinado documento, irá afectar todo o resto do projecto que esteja directamente envolvido com essa alteração.

No finalizar desta análise às potencialidades pode retirar-se as principais características e factores causadores de atrasos que podem ser eliminados e atenuados com a utilização de ferramentas BIM.

## 4.5 Fase de construção

### 4.5.1 Causas dos atrasos

Tal como na Fase de concurso, pretende-se quantificar as principais causas dos atrasos, decorrentes desta fase. Por conseguinte, a análise dos dados recolhidos irá ser tratada de forma semelhante à utilizada na Fase de concurso, recorrendo à metodologia empregue por Assaf e Al-Heijji (2006). Será calculado o *ranking* de cada atraso e de seguida a sua hierarquização, através do Índice de Importância. Com vista a chegar a estes resultados foi necessário acrescentar o Índice de Impacto no custo. Pelo que se passa a descrever cada um deles.

Índice de Frequência: usado para elaborar o *ranking* das causas dos atrasos, baseadas na frequência com que ocorrem.

$$\text{Índice de Frequência (\%)} = \sum a \left( \frac{n}{N} \right) \times \frac{100}{5}$$

Índice de Impacto no tempo: usado para elaborar o *ranking* das causas dos atrasos, baseadas no impacto do tempo que apresentam para o projecto

$$\text{Índice de Impacto no tempo (\%)} = \sum a \left( \frac{n}{N} \right) \times \frac{100}{5}$$

Índice de Impacto no custo: usado para elaborar o *ranking* das causas dos atrasos, baseadas no impacto no custo que representam para o projecto.

$$\text{Índice de Impacto no custo (\%)} = \sum a \left( \frac{n}{N} \right) \times \frac{100}{5}$$

Nas três equações apresentadas, *a* é a constante expressa pelo respondente para quantificar o atraso, na escala de 1 a 5, *n* é a frequência com que a mesma resposta aparece para cada atraso e *N* é o número total das respostas.

Chega-se ao Índice de Importância, que conjuga os três índices, surgindo da multiplicação dos três factores, como se mostra na seguinte equação.

$$\text{Índice de Importância (\%)} = \frac{\text{Índ. Frequência(\%)} \times \text{Índ. Imp. custo(\%)} \times \text{Índ. Imp. tempo(\%)}}{100^2}$$

As causas dos atrasos nesta fase irão incidir em cada grupo individualmente (Quadro 4.13, Quadro 4.14 e Quadro 4.15), de forma a avaliar os motivos que apresentem *rankings* elevados. De seguida serão conjugados os atrasos dos três grupos com o objectivo de compreender as relações entre grupos.

Quadro 4.13 – Causas dos atrasos, na Fase de Construção – Visão do Dono de Obra Público

Motivo do atraso	Frequência		Impacto no tempo		Impacto no custo		Importância	
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking
Acidentes de trabalho	30	20	42	16	36	13	4,5	18
Aprovação de desenhos	58	6	52	9	42	8	12,7	9
Atraso comunicação ordens alteração do DO	34	17	36	20	32	19	3,9	20
Atrasos na recepção de material	54	9	54	8	38	11	11,1	11
Atrasos no transporte equipamentos	36	16	46,7	14	34	16	5,7	16
Burocracia	54	9	58	6	52	4	16,3	5
Condições no local imprevisíveis	46	14	46	15	46,7	6	9,9	12
Contradições nos documentos	64	2	52	9	54	3	17,9	3
Escassez de equipamentos	40	15	56	7	36	13	8,1	14
Falta de equipas	56	8	60	3	42	8	14,1	6
Falta de informação acerca da especificação dos materiais	52	13	48	13	38	11	9,5	13
Falta de tempo dos projectistas	62	4	50	12	40	10	12,4	10
Interação entre os intervenientes	54	9	40	18	36	13	7,8	15
Meteorologia	58	6	62	1	46	7	16,5	4
Métodos construtivos desactualizados	30	20	36	20	21	21	3,5	21
Ordens alteração ao projecto	60	5	60	3	55,6	2	20	2
Pagamentos	54	9	52	9	48	5	13,5	8
Planeamento irrealista	64	2	62	1	34	16	13,5	7
Recepção de material que não corresponde ao especificado	34	17	42	16	30	20	4,3	19
Retrabalho devido a alterações no projecto	66	1	60	3	56	1	22,2	1
Retrabalho por erro dos trabalhadores	34	17	40	18	34	16	4,62	17

Examinando o Quadro 4.13, dar-se-á especial destaque aos cinco principais motivos de atrasos na fase de construção.

- 1- Retrabalho devido a alterações no projecto
- 2- Ordens de alteração ao projecto
- 3- Contradições nos documentos
- 4- Meteorologia
- 5- Burocracia

Apesar de serem os Donos de Obra Públicos a atribuírem as escalas para os atrasos mais condicionantes, nota-se que estes não se desresponsabilizam. Sendo que os dois motivos com maior importância são causados pelo dono de obra. A ocorrência destes atrasos deve-se a uma má definição do programa preliminar, em que o dono de obra lança a concurso um empreendimento sem ter a certeza do que realmente quer quanto aos objectivos e funcionalidades que este virá a desfrutar.

As contradições nos documentos embora apresentem um *ranking* elevado nos índices de frequência, custo e importância, quanto ao do impacto no tempo já se mostra moderado.

A meteorologia como se pode concluir implica sempre impactos severos no tempo, visto que as obras por vezes são obrigadas a parar devido à natureza dos trabalhos que estão a ser realizados e com esta condicionante a sua continuação é impossível.

Os Donos de Obra Públicos, por vezes, têm dificuldade em lidar com os processos burocráticos e este atraso apresenta uma especial relevância quanto ao custo. Quando questionados sobre as razões que causam um impacto tão significativo, alegam a morosidade de conseguir pareceres favoráveis para o início da construção, ou pelo facto de durante a fase de construção surgem entraves que podem obrigar à paralisação das obras.

Depois de analisados os cinco atrasos mais importantes nesta fase irá dar-se relevância aos motivos que exibem *rankings* elevados noutros índices. Como se verifica nos *rankings* atribuídos ao planeamento irrealista. Esta causa é devida ao empreiteiro, e o dono de obra tem a perfeita noção que os seus projectos são consecutivamente mal planeados, no entanto, quanto ao custo não é tão elevado. Isto deve-se ao facto de o dono de obra normalmente não sofrer encargos adicionais com este tipo de atraso. Todo e qualquer prejuízo que possa ocorrer será da responsabilidade do empreiteiro.

Outra causa relevante é a falta de tempo dos projectistas, que é apontada como uma das principais no índice de frequência. Apesar de ocorrer frequentemente este tipo de atraso não tem consequências severas para o dono de obra.

Prosseguindo a análise das principais causas dos atrasos, observa-se o Quadro 4.14 para melhor perceber as consequências e o impacto que têm em obra.

Quadro 4.14 – Causas dos atrasos, na Fase de Construção – Visão do Dono de Obra Privado

Motivo do atraso	Frequência		Impacto no tempo		Impacto no custo		Importância	
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking
<b>Acidentes de trabalho</b>	32,5	19	40	19	37,5	19	4,88	19
<b>Aprovação de desenhos</b>	50	16	62,5	15	52,5	13	16,4	16
<b>Atraso comunicação ordens alteração do DO</b>	55	13	65	12	52,5	13	18,8	15
<b>Atrasos na recepção de material</b>	70	5	82,5	1	62,5	9	36,1	4
<b>Atrasos no transporte equipamentos</b>	62,5	11	77,5	4	65	7	31,5	7
<b>Burocracia</b>	70	5	60	16	52,5	13	22,1	12
<b>Condições no local imprevisíveis</b>	72,5	2	80	2	77,5	2	44,9	1
<b>Contradições nos documentos</b>	60	12	60	16	71,4	5	25,7	10
<b>Escassez de equipamentos</b>	71,4	4	77,1	6	62,9	8	34,6	6
<b>Falta de equipas</b>	80	1	74,3	7	45,7	18	27,2	9
<b>Falta de informação acerca da especificação dos materiais</b>	55	13	67,5	10	60	10	22,3	11
<b>Falta de tempo dos projectistas</b>	67,5	7	77,5	4	77,5	2	40,5	3
<b>Interação entre os intervenientes</b>	47,5	17	57,5	18	50	16	13,7	18
<b>Meteorologia</b>	62,5	9	67,5	10	67,5	6	28,5	8
<b>Métodos construtivos desactualizados</b>	26,7	21	35	21	35	20	3,3	20
<b>Ordens alteração ao projecto</b>	72,5	2	80	2	77,5	2	44,9	1
<b>Pagamentos</b>	30	20	37,1	20	25,7	21	2,9	21
<b>Planeamento irrealista</b>	52,5	15	70	8	60	10	22,1	13
<b>Recepção de material que não corresponde ao especificado</b>	65	8	65	12	47,5	17	20,1	14
<b>Retrabalho devido a alterações no projecto</b>	62,5	9	70	8	82,5	1	36,1	5
<b>Retrabalho por erro dos trabalhadores</b>	45	18	65	12	55	12	16,1	17

Da observação directa do Quadro 4.14, verifica-se que os cinco atrasos mais evidentes no ranking da Importância são:

- 1- Ordens de alteração ao projecto
- 2- Condições do local imprevisíveis
- 3- Falta de tempo dos projectistas
- 4- Atrasos na recepção de material
- 5- Retrabalho devido a alterações no projecto

Novamente se constata uma não desresponsabilização por parte do dono de obra privado, já que em três das cinco causas mais relevantes a culpa é atribuída ao dono de obra. Este facto só vem provar que os dados obtidos podem ser considerados muito fiáveis.

A falta de tempo dos projectistas obtém um *ranking* algo gravoso, e quanto ao impacto no custo ocupa um dos lugares cimeiros.

O dono de obra privado também imputa responsabilidades ao empreiteiro, visto ser o interveniente mais envolvido nesta fase. A falta de equipas, escassez de equipamentos e atrasos no transporte de equipamentos são motivos que apresentam de alguma forma índices gravosos. Segundo Vasconcelos (2010) no estudo que elaborou às empresas de construção, a falta de equipas é a causa com acontece com maior frequência. Facto que o Dono de Obra Privado também considera como o mais frequente.

Quadro 4.15 – Causas dos atrasos, na Fase de Construção – Visão do Projectista

Motivo do atraso	Frequência		Impacto no tempo		Impacto no custo		Importância	
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking
<b>Acidentes de trabalho</b>	25,7	21	77,1	2	62,9	10	12,5	20
<b>Aprovação de desenhos</b>	43,3	17	60	16	53,3	19	13,9	18
<b>Atraso comunicação ordens alteração do DO</b>	42,9	18	65,7	13	65,7	8	18,5	15
<b>Atrasos na recepção de material</b>	68	2	76	6	68	6	35,1	4
<b>Atrasos no transporte equipamentos</b>	60	9	77,1	2	65,7	8	20,4	11
<b>Burocracia</b>	63,3	5	58,3	18	55	17	20,3	12
<b>Condições no local imprevisíveis</b>	62,5	7	67,5	11	62,5	12	26,4	8
<b>Contradições nos documentos</b>	63,1	6	61,5	15	67,7	7	26,3	9
<b>Escassez de equipamentos</b>	52	14	60	16	48	21	14,9	17
<b>Falta de equipas</b>	76,7	1	80	1	62,9	11	38,6	1

<b>Falta de informação acerca da especificação dos materiais</b>	58,3	11	56,7	20	55	17	18,2	16
<b>Falta de tempo dos projectistas</b>	65	4	72,5	9	70	4	32,9	5
<b>Interacção entre os intervenientes</b>	50	15	65	14	61,7	14	20	13
<b>Meteorologia</b>	60	9	71,4	10	60	15	25,7	10
<b>Métodos construtivos desactualizados</b>	40	19	56,7	20	60	15	13,6	19
<b>Ordens alteração ao projecto</b>	54,3	12	74,3	8	77,1	1	31,1	6
<b>Pagamentos</b>	47,3	16	67,3	12	61,8	13	19,7	14
<b>Planeamento irrealista</b>	67,5	3	77,1	2	70	4	36,5	2
<b>Recepção de material que não corresponde ao especificado</b>	53,3	13	76,7	5	73,3	3	29,9	7
<b>Retrabalho devido a alterações no projecto</b>	61,7	8	75,4	7	76,9	2	35,8	3
<b>Retrabalho por erro dos trabalhadores</b>	37,1	20	57,1	19	51,4	20	10,9	21

Tal como nos donos de obra o objectivo é averiguar os cinco principais motivos que causam atrasos nesta fase.

1. Falta de equipas
2. Planeamento irrealista
3. Retrabalho devido a alterações no projecto
4. Atrasos na recepção de material
5. Falta de tempo dos projectistas

A falta de equipas, planeamento irrealista e os atrasos na recepção de material são causas apontadas pelo projectista e indicam que este não tem informação concreta e objectiva para atribuir estas causas como sendo as de maior importância. Neste caso considera-se que o projectista se desresponsabilizou das limitações ao seu desempenho e culpa o empreiteiro pelos atrasos decorrentes desta fase.

Tal como a análise às causas dos atrasos na fase de concurso, também na fase de construção se irá averiguar quais os principais motivos dos atrasos que os grupos apresentam como mais graves. Assim se procederá à análise da Figura 4.12.

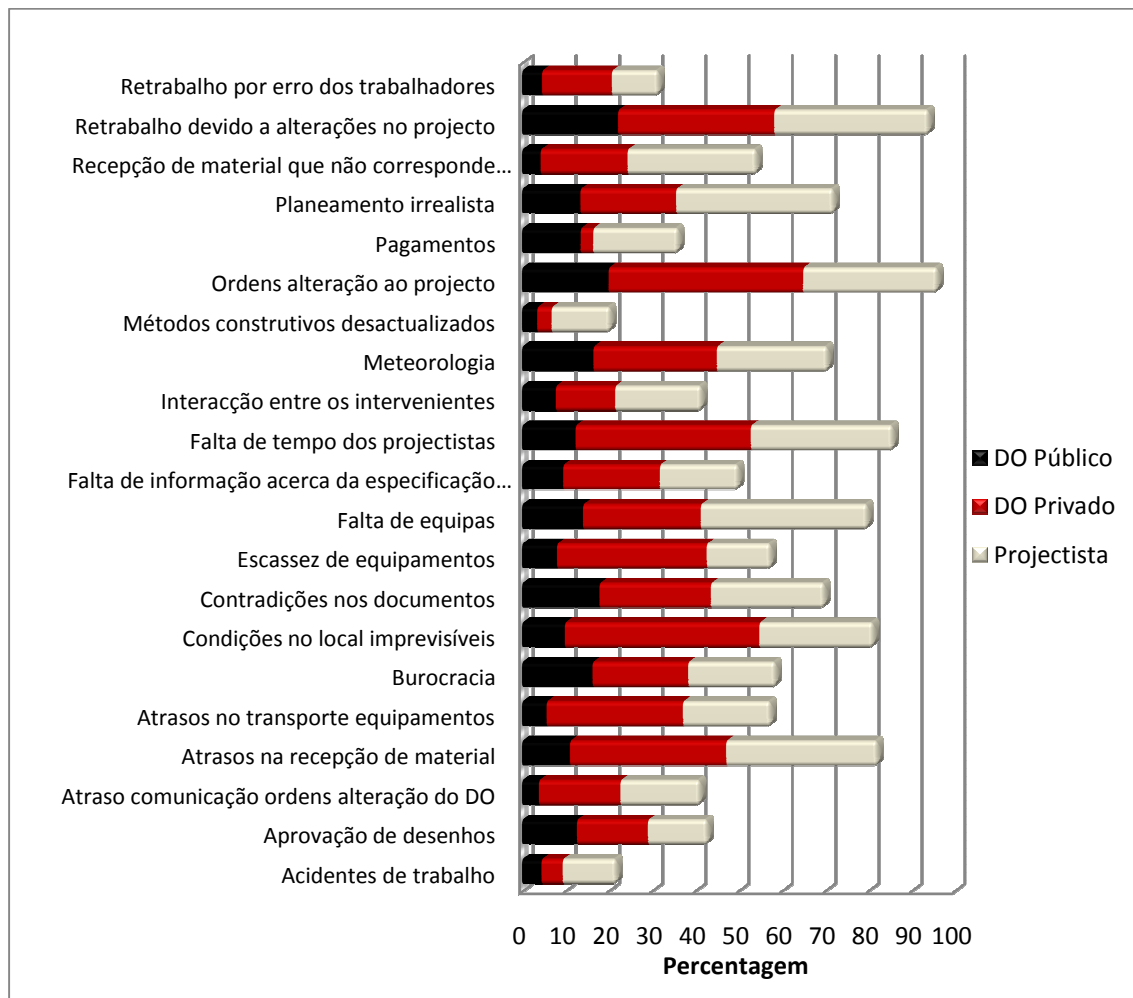


Figura 4.12 – Causas dos atrasos – Visão dos três grupos

Observa-se que as principais causas dos atrasos para os três grupos são:

1. Ordens de alteração ao projecto
2. Retrabalho devido a alterações no projecto
3. Falta de tempo dos projectistas
4. Atrasos na recepção de material
5. Condições do local imprevisíveis

Sendo as ordens de alteração ao projecto o motivo mais importante, há a necessidade de evidenciar os intervenientes envolvidas para a ocorrência deste atraso e quais as suas consequências no processo de construção.

A literatura é clara quanto a este atraso ao considerar que o impacto das alterações ao projecto é significativo e relevante na produtividade do empreiteiro (Couto, 2006).

Love e Mandal (2000) centraram o seu trabalho nas causas que originam as alterações de projecto, quer na fase de execução de projecto, quer na fase de construção. Assim, quanto às causas com origem na fase de construção foram identificadas:

- As alterações:

- Dos métodos de construção, ou das condições do local da obra, devido a intenções de melhoria ou construtibilidade;
- A pedido do cliente após se ter iniciado a obra;
- A pedido dos autores do projecto, para melhorar a funcionalidade ou a estética;
- Devidas a melhorias solicitadas pelo adjudicatário, designadamente na qualidade ou na adopção de procedimentos construtivos;
- Os erros de construção;
- As omissões, decorrentes das actividades de construção.

Couto (2006) e de acordo com os dados recolhidos através do seu inquérito nacional sobre o incumprimento de prazos confirma que, quanto mais tarde forem implementadas as alterações nos projectos, mais e novos recursos poderão ter que ser mobilizados porque os novos trabalhos quase sempre interferem com os trabalhos já executados em obra.

O Tribunal de Contas (2009) sustenta que as derrapagens orçamentais que se vêm verificando ficaram a dever-se, a trabalhos de alteração explicados por circunstâncias imprevistas. Assim como os trabalhos não contemplados contratualmente, os trabalhos não previstos e que “já agora” fazem-se, a indefinição dos elementos apresentados são causas expostas que contribuem para atrasos significativos.

A qualidade dos projectos não depende apenas dos projectistas, sendo necessária cada vez mais uma intervenção activa por parte do dono de obra, de forma a garantir um acompanhamento e a verificação das diferentes fases do projecto. Couto e Couto (2007) indica que o dono de obra deve apresentar uma equipa técnica da sua responsabilidade tendo a missão de acompanhar todo o processo da realização do projecto de execução com o objectivo de evitar as frequentes ambiguidades nos programas preliminares muitas vezes associadas a indecisões do dono de obra e à escassez de estudos de viabilidade.

Santo (2006) conclui que o dono de obra e já com a empreitada a decorrer é que se lembra das suas funções, decidindo proceder a alterações que permitam melhor adaptar a obra ao que gostaria que fosse, mas que não definiu na altura própria.

É importante consciencializar o dono de obra que se deve mostrar presente nas fases de concurso e construção de modo a evitar alterações e retrabalhos devido a ordens de alteração.

O retrabalho devido às alterações de projecto é um motivo bastante importante e que apresenta especial relevância nos três grupos. Da análise efectuada por Love e Mandal (2000) concluíram que aproximadamente 92% das reconstruções se devem às alterações na fase de concepção, às modificações na fase de construção e aos erros de projecto, influenciando drasticamente a qualidade da obra. As causas da reconstrução são influenciadas por factores que contribuem para a falta da qualidade na construção:

- Falta de qualidade dos documentos de projecto devido a:
  - Não consideração dos requisitos de clientes e utilizadores;
  - Falta de coordenação e verificação da documentação de projecto;
  - Ausência de controlo das alterações efectuadas;

- Produção incorrecta e incompleta de desenhos e especificações;
- Gestão ineficiente da obra devida a documentação e informação pouco específica ou incompleta;
- Fraca comunicação de decisões, resultante da natureza sequencial da cadeia de fornecimentos;
- Pressão relativamente ao cumprimento de prazos e orçamentos;
- Tempo improdutivo devido a discrepâncias na documentação contratual, resultante da demora na transmissão da informação – esclarecimentos ao adjudicatário ou alterações solicitadas pelos clientes – rectificação de erros e de componentes danificados.

Segundo Couto (2006) aproximadamente 98% dos inquiridos entendem que os projectistas devem ser mais responsabilizados pela elaboração de projectos com mais qualidade e detalhe, que permitam uma construção sem inúmeros pedidos de esclarecimento ou de pedidos de alteração. Apronta a sua análise afirmando que “projectos incompletos e de baixa qualidade, alterações recorrentes quer por parte do dono de obra, quer pelos empreiteiros, a falta de decisões atempadas dos promotores e a escalada dos preços dos materiais, são as principais causas da derrapagem orçamental e do incumprimento de prazos.” (Couto, 2006).

A falta de tempo dos projectistas é apresentada como um motivo frequente para atrasos. Já na fase de construção surgem dúvidas ao projecto por parte do empreiteiro que quer ver as suas solicitações clarificadas o mais rápido possível para a obra não estar parada, se esse for o caso.

Acontece muitas vezes o projectista elaborar o projecto de execução e depois se desresponsabilizar das suas obrigações durante a fase de construção. Este facto pode dever-se ao pagamento de honorários por parte do dono de obra ao projectista. Sendo assim, e como não está a ser pago, o projectista alega falta de tempo para responder ao empreiteiro.

A figura do projectista deve acompanhar todo o processo, desde a sua execução até à fase final da construção, de modo a evitar estes atrasos.

Os atrasos devido à recepção de material estão directamente relacionados com um interveniente não presente neste estudo e muitas vezes condicionante para o sucesso de uma obra. Os fornecedores de material não são responsabilizados pela sua demora na entrega de material.

As condições do local imprevisíveis são, muito frequentemente, o motivo de atrasos reclamações e conflitos entre os intervenientes. É um facto muito comum em obras de engenharia civil, quando as condições do subsolo diferem daquelas que são indicadas no projecto. Couto (2006) conclui que deverá ser feito um alerta aos donos de obra quanto à importância da realização de estudos geotécnicos de forma a obter informação vital sobre o subsolo onde irá decorrer a obra a construir. Como já foi referido no capítulo 4.4, o programa de execução deve conter obrigatoriamente estes estudos.

Normalmente a informação prestada pelo dono de obra ao projectista sobre as características do terreno é normalmente insuficiente (Santo, 2006). Esta falta de rigor implica na fase inicial da empreitada, a trabalhos a mais com destaque para movimentações de terras e fundações. Representando assim, custos acrescidos e desnecessários para o dono de obra.

Embora os resultados obtidos entre os grupos apresentem por vezes algumas diferenças, é importante conhecer a correlação entre si. Para determinar a correlação de Spearman interessa conhecer a sua metodologia.

Para análise estatística da correlação entre Índices de Importância recorreu-se ao teste do coeficiente de correlação  $\rho$  de Spearman (Quadro 4.16).

O coeficiente de correlação de Spearman mede a intensidade de relação entre variáveis ordinais. O valor do coeficiente  $\rho$  de Spearman varia entre -1 e 1. Quanto mais próximo estiver destes extremos, maior será a associação entre as variáveis. Se  $\rho=1$ , as variáveis possuem uma associação directa e perfeita, se  $\rho=-1$ , as variáveis apresentam uma associação inversa perfeita, e se  $\rho=0$ , então não existe associação entre as variáveis.

Consoante o valor da correlação obtido, esta pode ser:

- Forte para valores de  $\rho$  inferiores a -0,70 ou superiores a 0,70;
- Moderada para valores de  $\rho$  entre -0,70 a -0,30 e 0,30 a 0,70;
- Fraca para valores de  $\rho$  entre -0,30 e 0,30.

Onde p representa a significância estatística e em que para valores de  $p \geq 0,05$ , consideram-se as correlações como estatisticamente significativas e para valores de  $p \geq 0,001$  consideram-se as correlações estatisticamente muito significativas (Pestana e Gageiro, 2005).

Quadro 4.16 – Resultados obtidos do teste de Spearman para a correlação dos Índices de Importância

Teste de Spearman		Índices de Importância – Donos de Obra Públicos	Índices de Importância – Donos de Obra Privados	Índices de Importância – Projectistas
<b>Índices de Importância – Donos de Obra Públicos</b>	Coeficiente de correlação ( $\rho_s$ )	1,000	,473(*)	,0586(**)
	p	.	,030	,005
<b>Índices de Importância – Donos de Obra Privados</b>	Coeficiente de correlação ( $\rho_s$ )	,0473(*)	1,000	,631(**)
	p	,030	.	0,002
<b>Índices de Importância – Projectistas</b>	Coeficiente de correlação ( $\rho_s$ )	,0586(**)	,631(**)	1,000
	p	,005	,002	.

(\*) A correlação é significativa a 0,05

(\*\*) A correlação é significativa a 0,01

Em que:

$\rho_s$  – Coeficiente de correlação

$p$  – Valor de prova (p-valor)

Como se verifica, a correlação mais elevada é para os projectistas e donos de obra privados, seguindo-se o projectista e dono de obra público e por fim a relação entre os dois donos de obra. Contudo a correlação apesar de não ser forte é moderada e segundo a análise efectuada por Assaf e Al-Heijji (2006) os resultados obtidos estão de acordo com a literatura.

#### 4.5.2 Pedidos de esclarecimento

Como referido na fase de concurso, também nesta é essencial conhecer o número de pedidos de esclarecimento (Figura 4.13) e o tempo necessário para obter a sua resposta (Figura 4.14).

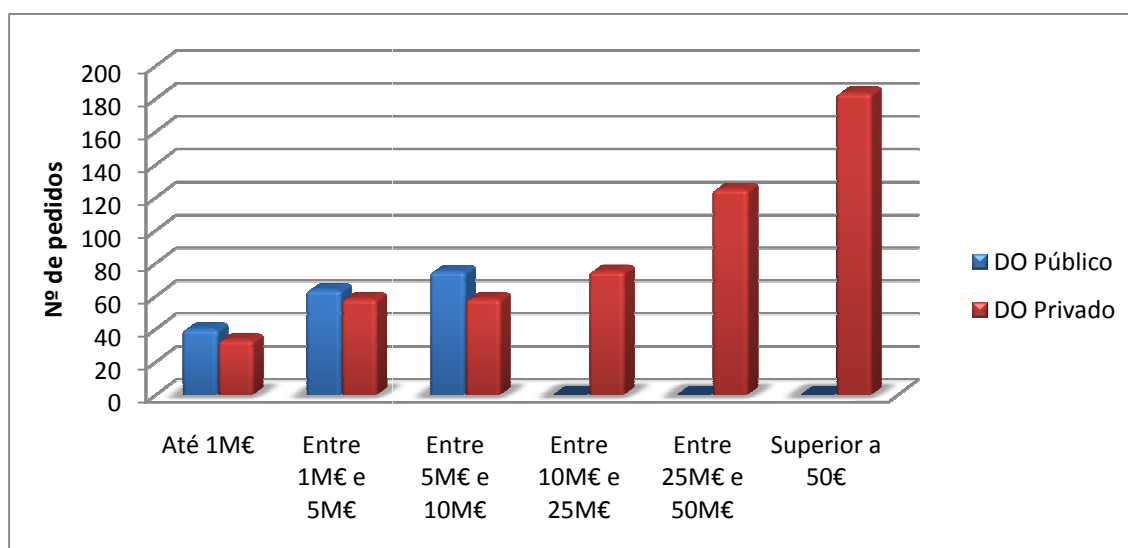


Figura 4.13 – Número médio de pedidos de esclarecimento por classe de projecto

De referir que os donos de obra públicos nas suas respostas indicaram que nos seus municípios não ocorriam obras adjudicadas por valores superiores a 10 milhões de euros. Novamente e como referido no capítulo 4.4.5 denota-se uma linearidade entre as classes de projecto e o número de pedidos de esclarecimento, no entanto, este facto não se deve apenas ao valor a que é adjudicada a obra, mas sim devido a diversos factores, tais como:

- Complexidade do projecto;
- Valor de adjudicação;
- Nível de qualidade e detalhe do projecto.

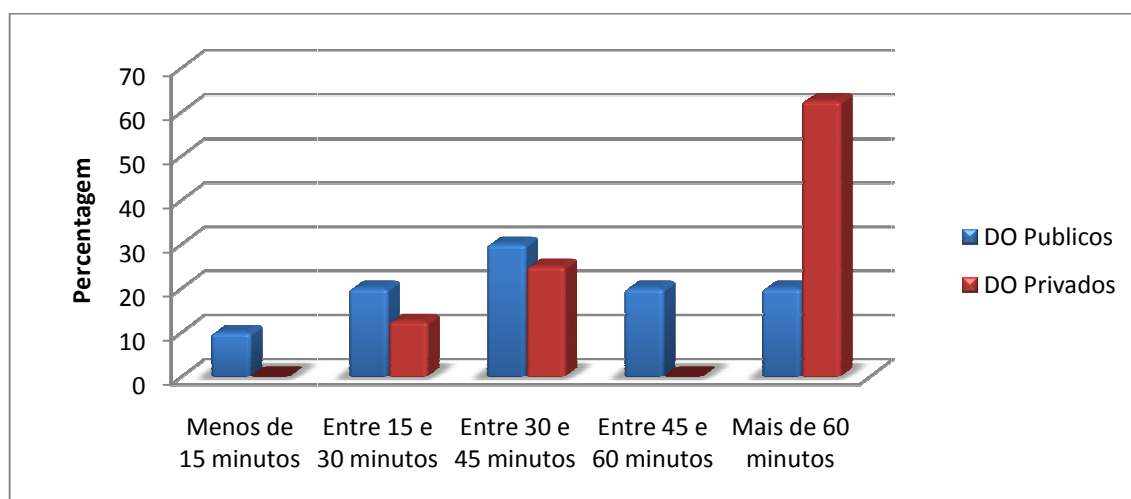


Figura 4.14 – Tempo necessário para responder a um pedido de esclarecimento

Segundo os dados apurados, para os Donos de Obra Públicos pode verificar-se que a grande maioria das respostas aos pedidos de esclarecimento durante a fase de construção são consumadas em menos de 60 minutos. Já no caso dos Donos de Obra Privados a realidade é um pouco diferente visto que cerca de 60% das respostas recai sobre um tempo aproximado de mais de 60 minutos. Quando questionados sobre a causa destes valores os respondentes pertencentes a este grupo afirmam que devido à complexidade e burocracia interna inerente ao processo obrigam a que o tempo de resposta seja mais elevado.

#### 4.6 Fase de exploração e manutenção

Sendo esta uma fase de extrema importância para os donos de obra e futuros utilizadores do empreendimento executado, procurou-se obter respostas acerca da percentagem de informação disponível e que será necessária para futuras intervenções (Figura 4.15). Como será de esperar os projectos desde o final da sua construção até ao termo do seu ciclo de vida, sofrem geralmente várias intervenções de forma a assegurar a manutenção e o bom funcionamento do empreendimento.

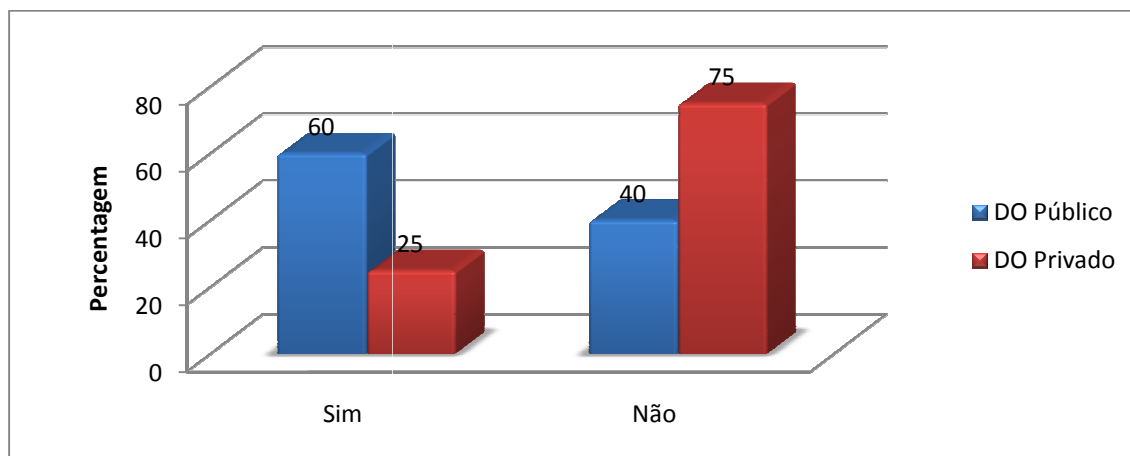


Figura 4.15 – Percentagem da informação disponível e necessária para futuras intervenções

De notar as baixas percentagens apresentadas, nomeadamente do Dono de Obra Privado. Este facto pode explicar-se devido ao dono de obra do projecto não ser o utilizador final, e daí desresponsabilizar-se da necessidade de possuir informação importante e vital para o sucesso da fase de exploração e manutenção. Relativamente ao Dono de Obra Público, pode verificar-se que a informação disponível é bastante superior em comparação com o dono de obra privado. No entanto, existem diferenças no tipo de projecto executado por cada um dos grupos. Como já foi referido, neste caso o dono de obra público são municípios, que executam obras para serem usufruídas pelo cidadão, daí uma maior necessidade de guardar os dados do projecto.

#### 4.6.1 Potenciais benefícios das ferramentas BIM

A gestão do ciclo de vida é a combinação das informações obtidas a partir da modelação do projecto e da combinação entre as várias fases, incluindo a de execução e construção. Ao utilizar BIM existe uma significativa vantagem na forma como é partilhada e gerida toda a informação. Isso permite que haja um acesso facilitado à informação para a exploração e manutenção do projecto. McFarland (2007) refere no seu trabalho que a energia consumida pelo edifício está disponível para o proprietário desde o início da sua ocupação e é continuamente registada. Isso permite que os utilizadores do edifício possam localizar quais as áreas de maior consumo e propor planos de redução de consumo nesses locais.

No que diz respeito a um projecto público, o Tribunal de Contas (2009) recomenda que se tenha em consideração o custo global relativo ao seu ciclo de vida, com a especificação dos custos estimados para a exploração e manutenção da obra durante o seu ciclo de vida, assim como o controlo da despesa pública em obras públicas que tem centrado a sua análise apenas nos desvios de custos e de prazos durante a execução da empreitada, tendo sido omitida a apreciação sobre outra componente não menos importante que são os custos de manutenção e exploração durante a fase de utilização da obra. O Tribunal de Contas (2009) aponta que o custo com o desgaste dos materiais inadequados para as soluções aplicadas não tem sido o mais correcto. Da mesma forma

que os consumos com energia, os custos dos consumíveis, da manutenção dos equipamentos electromecânicos, da vigilância e o comportamento global das obras, dependem das soluções tomadas na fase de execução de projecto e das técnicas construtivas aplicadas. Daqui resulta que os custos de construção são uma pequena parcela, quando comparados com os custos a suportar durante a utilização da obra.

As falhas apontadas no estudo que o Tribunal de Contas (2009) elaborou são passíveis de ser suprimidas através da implementação das ferramentas BIM, e assim não seriam negligenciados aspectos importantes na fase de execução do projecto e o dono de obra teria a noção dos custos a suportar durante o ciclo de vida e depois decidir com base em dados concretos de custo - benefício, se o seu investimento era viável.

Será necessário nos próximos anos a adopção de ferramentas BIM que possibilitem a avaliação do desempenho de um empreendimento. Os principais componentes são monitorizados ao longo da vida útil no que diz respeito ao tempo e custo. Através do BIM é possível obter as informações detalhadas relativas aos revestimentos aplicados e a sua durabilidade, ao mobiliário e equipamento empregue, à simulação virtual do consumo de energia do edifício (McFarland, 2007). São muitas as potencialidades desta metodologia, que, de certa forma, podem ajudar o dono de obra e o projectista a conseguir trabalhar num ambiente interoperável em que os intervenientes cooperam para obter a melhor solução de projecto.

Azevedo (2009), no seu trabalho, conclui que a introdução da metodologia BIM poderá passar pela inclusão das ferramentas nos concursos públicos, tal como a obrigação dos concorrentes apresentarem as suas propostas em formato BIM. Esta iniciativa iria obrigar os gabinetes de projecto a desenvolver o seu trabalho nesta metodologia e posteriormente influenciaria a forma de trabalhar dos empreiteiros.

Finalizando esta análise e com vista a conceder maior valor às conclusões expostas, Grilo (2008) refere que, “para a implementação do BIM em larga escala em Portugal, é necessário que aconteça um conjunto diversificado de iniciativas ao longo do tempo, envolvendo os vários actores intervenientes nos projectos de engenharia e construção. Este é um desafio multi-dimensional, e que exige uma forte participação e envolvimento inicial dos grandes donos de obra e projectistas especializados. Os grandes donos de obra públicos poderão ter um papel relevante neste processo”.



## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **5.1 Conclusões**

O presente estudo de investigação permitiu alcançar os objectivos inicialmente propostos, tendo sido cruciais os resultados obtidos através dos inquéritos respondidos pelo universo escolhido e uma cuidada análise bibliográfica.

A pesquisa bibliográfica resultou numa exposição e identificação dos principais conceitos associados à metodologia BIM. Foram igualmente estudados todos os benefícios para os diversos intervenientes, assim como as potencialidades nas diferentes fases do ciclo de vida de um projecto. Na perspectiva das principais causas dos atrasos, foram descritos os trabalhos mais relevantes para o cenário nacional e internacional. Houve a preocupação de apresentar as desvantagens e evidenciar a relutância do sector da construção em adoptar novas tecnologias de informação com vista a tornar a indústria da construção em Portugal um sector mais eficaz e competitivo.

Das principais características da metodologia BIM é de destacar a possibilidade de criar um modelo de edifício inteligente com a capacidade de produzir, gerir e armazenar toda a informação decorrente do processo de construção. O modelo criado permite uma colaboração e cooperação entre todos os intervenientes facilitando assim a troca de informações de forma interoperável e reutilizável. Na concepção do projecto, é possível obter projectos mais detalhados e completos de forma a reduzir incompatibilidades entre projectos e falta de informação. A construção de um modelo em 3D permite obter uma percepção do aspecto e de todas as funcionalidades de que o empreendimento virá a dispor, evitando desta forma possíveis alterações ao projecto durante a fase de construção. Será também possível obter uma quantificação concisa e directa das quantidades dos materiais, evitando-se os sobrecustos.

Relativamente aos inquéritos efectuados, o grupo alvo é essencialmente composto por cargos de chefia, com uma vasta experiência no ramo e um conhecimento alargado de todas as áreas e fases de projecto. Foi possível obter uma taxa de resposta que se considera positiva – 62%.

Com vista à implementação das ferramentas BIM, foram estudadas as principais causas dos atrasos nas diferentes fases do ciclo de vida de uma obra, na visão do Dono de Obra Público e Privado e Projectista.

#### **5.1.1 Fase de concurso**

Relativamente a esta fase, que se reveste de extrema importância para o sucesso de um projecto, procurou-se obter respostas no sentido de apurar os motivos que originam atrasos e que resultam numa má definição do projecto de execução.

Deve aqui ser salientado que o tempo disponibilizado aos projectistas é bastante limitado, sendo que, esta situação é ainda mais acentuada nas obras privadas do que nas obras públicas. Desta forma, o dono de obra deveria estar mais ciente das dificuldades inerentes à execução de um projecto e deveria atribuir mais tempo aos projectistas para a realização do mesmo, com o objectivo de se alcançar um projecto mais detalhado e com toda a informação necessária para a sua correcta realização na fase de construção.

Da análise às especificações de projecto, retira-se que o dono de obra apenas tem em consideração o custo limite, o prazo, a forma e a função do projecto. Esta situação deveria ser alterada, tendo em vista uma maior apreciação e estudo do comportamento ambiental e dos custos associados à exploração e manutenção do empreendimento. Deste modo, deverá ser executada nesta fase, um estudo detalhado e aprofundado sobre o custo-benefício do projecto, com vista a reduzir o futuro impacto na factura a pagar pelo utilizador final.

Entre as principais causas dos atrasos verificados nesta fase, destacam-se a morosidade na resposta aos pedidos de esclarecimento e na aprovação e alteração de materiais, a fraca interacção entre intervenientes e a falta de estudos técnicos que, sendo da inteira responsabilidade do dono de obra são fundamentais para a correcta execução do projecto, factor que é muitas vezes ignorado. Frequentemente, o dono de obra não fornece um programa preliminar devidamente detalhado e conclusivo para que o projectista possa tomar as suas decisões de projecto, o que leva muitas vezes a vários pedidos de esclarecimento e, conseqüentemente, a atrasos.

Para a resolução das causas apresentadas na fase de concurso, conclui-se que a implementação de ferramentas BIM pode vir a melhorar o processo, atenuando ou mesmo eliminando os diferentes motivos apresentados. Com o recurso a esta metodologia, os projectos serão mais detalhados e eficientes. Também a produção será mais rápida, potenciando uma redução drástica nas incompatibilidades entre projectos, e evitando erros devido à falta de coordenação interna. Com a utilização da BIM, será possível ao dono de obra visualizar o seu projecto ainda numa fase anterior à construção, evitando-se desta forma alterações e pedidos de esclarecimento por parte do projectista.

Será possível ao projectista poupar tempo na criação do projecto, uma vez que a sua atenção deverá voltar-se para os aspectos construtivos e não para as questões de geometria e de encadeamento entre os diversos projectos de especialidades. Com a utilização de ferramentas BIM, muitos dos desenhos técnicos são gerados automaticamente. A informação que é imposta ao modelo é muito maior em comparação com as ferramentas CAD. Não se trata apenas de inserir a informação necessária para a construção do modelo, mas agora será possível a introdução das características técnicas, tais como, quantidades, especificações de matérias e preços.

### **5.1.2 Fase de construção**

Foram identificadas, recorrendo à pesquisa bibliográfica, 21 causas de atrasos durante a fase de construção.

Já no que concerne às respostas dos três grupos de inquiridos, foram apurados 5 motivos principais: ordens de alteração ao projecto, retrabalho devido a alterações no projecto, falta de tempo dos projectistas, atrasos na recepção de material e imprevistos relacionados com as condições do local de construção.

Depois de estudadas e analisadas as causas e as consequências destes atrasos, foi possível concluir que muitos dos atrasos presentes nesta fase têm origem na fase de concurso e são causadas em grande parte pelo dono de obra.

A qualidade dos projectos é um motivo que influencia todo o desenrolar do processo de construção, e que deve merecer a maior atenção por parte dos donos de obra e projectistas. O projectista não é o único responsável pela qualidade do projecto, visto que o dono de obra também é responsável pelos erros e pela frequente falta de acompanhamento na execução. Devido a esta despreocupação em obter um projecto fiável, detalhado e completo, surgem nesta fase as consequentes ordens de alteração e os retrabalhos, resultando nas mudanças no projecto por parte do dono de obra. São situações que estão associadas à indecisão do dono de obra e à má definição do seu programa preliminar, que no futuro causam atrasos e derrapagens importantes no custo global da obra. Como já referido anteriormente, com a utilização de ferramentas BIM na fase de concurso, estes atrasos podem ser atenuados e eliminados, devido ao facto de se adquirir projectos mais detalhados e completos.

Na fase de construção ocorrem imprevistos não clarificados e estudados em fases anteriores, que estão relacionados com as condições do terreno onde se irá construir a obra.

Nesta fase, surgem ainda atrasos associados a uma má gestão e coordenação do empreiteiro. Também a falta de equipas, de equipamento (pela falta de coordenação e interligação entre o empreiteiro e o fornecedor de materiais e equipamento) e o planeamento irrealista estão na origem de atrasos muitas vezes significativos em obra. Neste caso, uma melhor articulação entre os intervenientes envolvidos, aliada ao recurso a ferramentas BIM, poderá ser a solução.

Mais uma vez, a figura do projectista é apontada como factor de atraso. Devido à inexistência do pagamento de honorários ao projectista durante esta fase, este desresponsabiliza-se e alega a falta de tempo para o não esclarecimento de dúvidas ao empreiteiro, que por sua vez se encontra na posse de projectos pouco detalhados e com falta de informação.

### **5.1.3 Fase de exploração e manutenção**

Nesta fase, essencial para o futuro utilizador, verificou-se que existe uma grande percentagem de projectos que não possuem a documentação necessária para futuras intervenções. Assim como nas fases anteriores ao projecto, não existem estudos de viabilidade que permitam avaliar se o projecto a executar terá rentabilidade financeira e se o futuro utilizador poderá comportar essas despesas de exploração.

A utilização de BIM nesta fase seria essencial para o armazenamento de toda a informação disponível sobre o projecto. Esta informação, para além de ser de fácil acesso, permitiria uma avaliação do desempenho e dos custos estimados para a fase em questão.

A investigação desenvolvida ao longo desta dissertação permite concluir que a implementação de ferramentas BIM poderá ser um passo tecnológico essencial para o sucesso de um projecto, evitando as principais causas dos atrasos descritas nos capítulos anteriores, promovendo projectos com qualidade e sem ambiguidades, e em última análise, promovendo a indústria da construção em Portugal, por forma a que esta venha a constituir-se enquanto referência a nível de produtividade e eficiência à escala global.

## **5.2 Limitações do estudo**

Importa referir enquanto limitação a este estudo, o risco de os respondentes se desresponsabilizarem dos motivos que limitam o seu desempenho nas diferentes fases do ciclo de vida de um projecto.

Os dados recolhidos e analisados não podem ser extrapolados a toda a indústria da construção em Portugal, já que dizem respeito a um universo que corresponde apenas a uma parcela de todo o sector. A escolha dos grupos inquiridos foi elaborada através de requisitos intencionais, pelo que não podem ser generalizados.

## **5.3 Futuros campos de pesquisa**

A fase de exploração e manutenção representa uma etapa importante no consumo de recursos financeiros, pelo que é essencial proceder a uma avaliação e quantificação de custos associados a esta fase assim como o estudo de viabilidade.

Prevê-se que, num futuro próximo seja possível analisar um modelo de implementação das ferramentas BIM a um projecto. Por conseguinte, seria interessante avaliar a interligação entre o Arquitecto e os Engenheiros das diferentes especialidades com o objectivo de estudar os potenciais benefícios desta ligação e se traria resultados positivos no desenvolvimento do projecto de execução. O fim desse trabalho seria avaliar se os projectos teriam um nível de qualidade superior quando comparados com os habitualmente realizados.

Outra hipótese será a análise das vantagens e desvantagens da implementação de BIM como ferramenta essencial para a contratação pública, tendo em conta a nova legislação do Código dos Contratos Públicos (Decreto-Lei n.º 18/2008), assim seria interessante avaliar as potencialidades ao nível dos trabalhos a mais, erros e omissões, projectos mais completos e compatíveis, maior rigor na análise custo-benefício a médio e longo prazo, clarificação e maior facilidade no planeamento, orçamentação e gestão da exploração e manutenção do empreendimento.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- ANTUNES, J. M., (2009). “*Código dos Contratos Públicos - Regime de Erros e Omissões*”, Coimbra, Almedina.
- ARDITI, D., TOKDEMIR, O.B. e SUH, K., (2002), “*Challenges in Line-of-Balance Scheduling*”, Journal of Construction Engineering and Management, 128(6), p. 545-556, ASCE, New York.
- ASSAF, S. A. e AL-HEIJJI, S., (2006), “*Causes of delay in large construction projects*”, International Journal of Project Management, 24, p.349-357.
- ASSAF, S. A., AL-KHALIL, M. e AL-HAZMI, M., (1995), “*Causes of Delay in Large Building Construction Projects*”, Journal of Management in Engineering, Vol.11, Nº2,p.45-50.
- AZEVEDO, O., (2009), “*Metodologia BIM – Building Information Modeling da Direcção Técnica de Obras*”, Tese de Mestrado, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Portugal.
- BABIC, N. C, PODBREZNIK, P. e REBOLJ, D., (2009), “*Integrating resource production and construction using BIM*”, Automation in Construction, p. 2-6.
- BALDWIN, J. R., MANTHEI, J. M. ROTHBART, H. e HARRIS, R. B., (1971), “*Causes of delay in the Construction Industry*”, Journal of Construction Division, Vol. 97, NºCO2, November, p.177-185.
- BRITO, J. e SEQUEIRA, J., (2005), “*Proposta para uma classificação dos erros nas empreitadas de construção civil*”, Revista Engenharia & Vida, Nº19, Dezembro.
- BRUNNERMEIER, S. B. e MARTIN, S. A., (1999), “*Interoperability Cost Analysis of the US Automotive Supply Chain – Final Report*”, Research Triangle Institute.
- CAMPOS, R., (2010), “*A AICCOPN quer construção como motor da economia*”, Disponível em: [http://www.aiccopn.pt/news.php?news\\_id=739](http://www.aiccopn.pt/news.php?news_id=739), Acesso em: Maio de 2010.
- CHAN, D. W. M. e KUMARASWAMY, M. M., (2002), “*Compressing Construction Durations: Lessons Learned from Hong Kong Building Projects*”, International Journal of Project Management, 20(1), p. 23-35.
- COSTA, R. S., (2009), “*Análise do regime de erros e omissões dos contratos de empreitadas de obras públicas*”, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.
- COUTO, J. P. e COUTO, A. M., (2007), “*Importância da revisão dos projectos na redução dos custos de manutenção das construções*”, Congresso Construção – 3º Congresso Nacional, Universidade de Coimbra, Portugal.
- COUTO, J. P. e TEIXEIRA, J. C., (2005), “*As consequências do Incumprimento dos Prazos para a Competitividade da Indústria de Construção – Razões para os Atrasos*”, 3ª Conferência ENGENHARIA 2005, 21-23 Novembro, UBI Universidade da Beira Interior, Covilhã.
- COUTO, J. P. e TEIXEIRA, J. C., (2006), “*A qualidade dos projectos: Um componente para a competitividade do sector da construção em Portugal*”, NUTAU 2006: Inovações Tecnológicas – Sustentabilidade, Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo, São Paulo.
- COUTO, J. P., (2006), “*A deficiente qualidade e segurança na construção continua a ser determinante para a sua falta de competitividade*”, Estudo em curso sobre os factores de competitividade do sector da construção, Universidade do Minho, Portugal.

COUTO, J. P., (2006), “*Incumprimento dos prazos na construção*”, Tese de Doutoramento, Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, Portugal.

Decreto-Lei n.º 18/2008, D.R. n.º 20, Série I de 2008-01-29.

EASTMAN, C., LEE, G., e SACKS, R. (2003), “*Development of a knowledge-rich CAD system for the North American precast concrete industry*”, K. Klinger, Proceedings of the 2003 Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA 22), p. 208-215, Indianapolis.

FORD, S., AOUAD, G., KIRKHAM, J., BRANDON, P., BROWN, F., CHILD, T., COOPER, G., OXMAN, R. e YOUNG, B., (1995), “*An information engineering approach to modeling building design*”, Automation in Construction , 4, p. 5-15.

GALLAHER, M., O’CONNOR, A., DETTBARN, J. e GILDAY, L. (2004), “*Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the US Capital Facilities Industry*”, NIST GCR 04-867, NIST.

GRILO, A., (2008), “*Roadmap para implementação do BIM*”. Em: GRILO, A. e TAVARES, L. V., (2008), “*Building Information Model e a Competitividade do Sector da Construção*”, OPET, Lisboa, p. 95-104.

GRILO, A. e JARDIM-GONÇALVES, R., (2009), “*Value proposition of interoperability on BIM and collaborative working environments*”, Automation in Construction, 19(5), p.522-530.

GRILO, A. e JARDIM-GONÇALVES, R., (2009), “*Building information modeling and collaborative working environments*”, Automation in Construction, 19(5), p.521.

HARTMANN, T. e FISCHER, M., (2008), “*Applications of BIM and hurdles for widespread adoption of BIM – 2007 AISC – ACCL eConstruction Roundtable Event Report*” Stanford: CIFE/Stanford University.

HOSTETLER, C. M., (2009), “*Building Information Modeling (BIM) – and its potential impacts on sustainable building project delivery*”, Msc in Building Construction, University of Florida.

HOWARD, R. e BJORK, B. C., (2008), “*Building information modelling - Experts' views on standardisation and industry deployment*”, Advanced Engineering Informatics , 22, p. 271-280.

ISAAC, S. e NAVON, R., (2009), “*Modeling building projects as a basis for change control*”, Automation in Construction , 18, p. 656-664.

JARDIM-GONÇALVES, R. e GRILO, A., (2009), “*Building information modeling and interoperability*”, Automation in Construction, 19(4), p.387.

LINDEROTH, H. C., (2010), “*Understanding adoption and use of BIM as the creation of actor networks*”, Automation in Construction , 19, p. 66-72.

LOVE, P. E. e IRANI, Z., (2001), “*Evaluation of IT costs in construction*”, Automation in Construction , 10, p. 649-658.

LOVE, P. E. e MANDAL, H. L., (2000), “*Quantifying the Causes and Cost of Rework in Construction*”, Construction Management and Economics, 18, p.479-490.

MADSEN, J. (2008), “*Build Smarter, Faster, and Cheaper with BIM*”, Buildings Magazine, 102(7), p. 94-97.

MAJID, A., ZAIMI, M., (1997), “*Non-Excusable Delays in Construction*”, PhD Thesis, Dep. Of Civil Engineering, Southborough University of Technology, Loughborough, UK.

MCFARLAND, J. E., (2007), “*Building Information Modeling for MEP*”, Msc, Department of Architectural Engineering and Construction Science, B.A., Kansas State University, Kansas.

- MCGRAW-HILL, (2008), *"The Business Value of BIM – Getting Building Information Modeling to the Bottom Line"*, New York.
- MELHADO, S. B. e GRILLO, L. M., (2003), *"Desafios e oportunidades para escritórios de projeto frente às tendências para a gestão do processo de projecto e do empreendimento"*, Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Construção Civil, nº36.
- MENESES, J., (2005), *"A má qualidade dos projectos é endémica?"*, Boletim da APPC (Associação Portuguesa de Projectistas e Consultores), Dezembro.
- MOUM, A., (2006), *"A framework for exploring the ICT impact on the architectural design process"*, Electronic Journal of Information Technology in Construction, 11, p.409-425.
- MOURA, H. M. P., (2003), *"As reclamações nas empreitadas de obras públicas: alterações e atrasos"*, MSc, Universidade do Minho, Dezembro, p.178.
- NASCIMENTO, L. A. e SANTOS, E. T., (2002), *"Barreiras para o uso da tecnologia da informação na indústria da construção civil"*, Workshop Nacional Gestão do Processo de Projecto na Construção de Edifícios, 2, 2002, Porto Alegre.
- OGUNLANA, S., PROMKUNTONG, K. e JEARKJIRM, V., (1996), *"Construction delays in a fast-growing economy: Comparing Thailand with other economies"*, International Journal of Project Management, 14(1), p. 37-45.
- PESTANA, M. H., e GAGEIRO, J. N., (2005), *"Descobrimo a regressão com a complementaridade do SPSS"*, Lisboa: Edições Sílabo.
- POLAT, G. e BALLARD, G. (2004), *"Waste in Turkish Construction: Need for Lean Construction Techniques"*, Proc. Twelfth Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-12), Elsinore, Denmark.
- RIVARD, H., (2000), *"A survey on the impact of information technology on the Canadian architecture, engineering and construction industry"*, Electronic Journal of Information in Construction, 5 (3), p.37-56.
- SACKS, R. e BARAK, R., (2008), *"Impact of three-dimensional parametric modeling of buildings on productivity in structural engineering practice"*, Automation in Construction , 17, p. 439-449.
- SANTO, F., (2002), *"Edifícios – Visão integrada de projectos e obras"*, Engenium Edições Lda, Lisboa.
- SANTO, F., (2006), *"Recomendações da ordem dos engenheiros para a redução dos desvios de custos e de prazos nas empreitadas de obras públicas"*, Ordem dos Engenheiros, Lisboa, Portugal.
- SILVA, V. C. e SOARES, I., (2003), *"A revisão dos projectos como forma de reduzir os custos da construção e os encargos da manutenção de edifícios"*, OZ, Lda. Disponível em: [http://www.oz-diagnostico.pt/pt/brochuras/C\\_05.pdf](http://www.oz-diagnostico.pt/pt/brochuras/C_05.pdf). Acesso em: Abril de 2010.
- SOUZA, L., FILHO, A. e AMORIM, S., (2009), *"Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitectura: Oportunidades no mercado imobiliário"*, IV TIC Rio de Janeiro, Brasil.
- SUCCAR, B., (2009), *"Building information modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders"*, Automation in Construction , 18, p. 357-375.
- SWEIS, G., SWEIS, R., ABU-HAMMAD, A. e SHBOUL, A., (2008), *"Delays in construction projects: The case of Jordan"*, International Journal of Project Management, 26, p. 665-674.
- TRIBUNAL DE CONTAS, (2009), *"Auditoria a empreendimentos de obras públicas por gestão directa - Conclusões e Recomendações do Tribunal de Contas"*, Lisboa.

VANLANDE, R., NICOLLE, C. e CRUZ, C., (2008). “*IFC and building lifecycle management*”, *Automation in Construction* , 18, p. 70-78.

VASCONCELOS, T., (2010), “*Building Information Model – Avaliação do seu potencial como solução para os principais atrasos e desperdícios na construção portuguesa*”. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Portugal

# **ANEXOS**



# I Guião de entrevista/inquérito

## Objectivo

O inquérito visa a recolher informação sobre os principais motivos de desperdícios (causas de atrasos e custos não previstos) ocorridos ao longo de todo o processo de execução de uma empreitada, em projectos realizados pela sua empresa/município.

## Metodologia

O inquérito está dividido em três partes, cada uma correspondente a uma diferente fase de todo o processo de execução e exploração de um projecto:

- Fase de concurso;
- Fase de construção;
- Fase de exploração e manutenção.

Em cada grupo de questões, são feitas perguntas que pretendem avaliar, na perspectiva do Dono de Obra/Projectista, custos e atrasos relacionados com:

- *Design*;
- Colaboração;
- Contratação;
- Instalação;
- Aspectos comportamentais;
- Planeamento/controlo de produção e processos;
- Gestão.

Existem questões que usam uma escala *likert* (1 a 5) como forma de quantificar o impacto/gravidade de cada ocorrência, e questões de resposta curta (sim/não ou através da indicação de *rankings*).

## Confidencialidade

Todas as informações fornecidas pelos entrevistados/inquiridos são estritamente confidenciais. Os dados recolhidos destinam-se unicamente a fins estatísticos e serão apresentados de forma agregada. A identificação individual de pessoas e empresas/municípios presentes no estudo não será possível.

## Utilidade e enquadramento do estudo

O estudo surge no seguimento do trabalho desenvolvido pela equipa de investigação orientada pelo Professor Doutor Nuno Cachadinha na área de BIM – *Building Information Modeling*.

O estudo tem como objectivo tipificar as causas de atrasos e custos não previstos em empreitadas, na perspectiva do Dono de Obra e Projectista, e relacionar essas causas com potenciais benefícios na utilização da ferramenta BIM, encontrando potenciais áreas de implantação/optimização na indústria da construção portuguesa.

## II Entrevista/Inquérito

### 1 Informação geral do entrevistado

- 1.1 Nome:
- 1.2 E-mail:
- 1.3 Há quanto tempo está na empresa/município:
- 1.4 Funções que desempenha:
- 1.5 Há quanto tempo desempenha essas funções na empresa/município:

### 2 Informação da Empresa/Município

- 2.1 Nome:
- 2.2 Das seguintes áreas, qual a distribuição de projectos realizados.

Áreas	Percentagem %
- Obras de arte (pontes, barragens, viadutos, túneis, estádios, etc.)	<input type="text"/>
- Vias de comunicação rodoviárias, ferroviárias e infra-estruturas portuárias e aeroportos	<input type="text"/>
- Empreendimentos turísticos, comerciais e edifícios administrativos	<input type="text"/>
- Empreendimentos residenciais públicos	<input type="text"/>
- Empreendimentos residenciais privados	<input type="text"/>
- Outras obras públicas (escolas, hospitais, arranjos exteriores, infra-estruturas hidráulicas, gás, telefone, electricidade, tvcabo, complexos desportivos, etc.)	<input type="text"/>

- 2.3 Anualmente em quantos projectos, aproximadamente, está a empresa envolvida?
- 2.4 Em média qual a duração de execução de cada projecto?
- 2.5 Tendo em conta todas as obras concluídas no último ano, qual a percentagem de obras em que o custo total foi inferior ou igual ao orçamento previsto?
- 2.6 Tendo em conta todas as obras concluídas no último ano, qual a percentagem de obras concluídas dentro do prazo previsto inicialmente?

### 3 Fase de concurso

- 3.1 Um projecto singular é normalmente endossado a apenas um ou a diferentes gabinetes de projecto em simultâneo? (Um mesmo empreendimento subdividido entre vários Gabinetes de Projectos) SIM NÃO
- 3.2 Normalmente um Dono de Obra recorre aos serviços do mesmo Gabinete de Projecto para os seus vários empreendimentos? SIM NÃO

3.3 O seu Gabinete de Projecto usa a colaboração de consultores externos (técnica, avac, geotecnia, outros)? SIM NÃO

3.4 De acordo com a escala apresentada, classifique o prazo imposto pelo Dono de Obra para a realização do projecto apresentado?

Valor da escala	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/Não responde	Muito pouco tempo	Pouco tempo	O tempo suficiente (Adequado)	Algum tempo	Muito tempo

DO – Privado						
DO – Público						

3.5 De acordo com a escala de frequência proposta, diga com que frequência cada “método” apresentado é utilizado pelo Dono de Obra para transmitir ao projectista as especificações requeridas/desejadas para a empreitada. (muito utilizado vs pouco utilizado).

Diga também, de acordo com a escala de adequabilidade proposta, se considera que o método é utilizado da forma adequada (não está em causa o método mas sim a boa/correcta aplicação do mesmo, por parte do Dono de Obra, na transmissão de toda a informação necessária).

Valor da escala de frequência	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas Veze	Poucas Veze	Neutro	Algumas veze	Muitas veze
Valor da escala de adequabilidade	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito pouco adequado	Pouco adequado	Neutro	Adequado	Muito adequado

Diga ainda, quais os três factores que considera mais importantes a serem bem definidos, por ordem decrescente de importância (do mais importante (1) para o terceiro mais importante (3)).

	<b>Escala de frequência</b> (Muito usado (5) vs Pouco usado(1))	<b>Escala de adequabilidade</b> (Muito adequado(5) vs Pouco adequado(1))	<b>Ranking</b> (3 mais importantes)
- Especificação da forma e função de cada divisão (especificações arquitectónicas)			
- Especificação dos materiais/acabamentos a utilizar em cada divisão			
- Especificação do custo desejado/limite			
- Especificação do comportamento ambiental desejado			
- Especificação do tipo de manutenção desejado			
- Especificação do tempo disponível para a construção			

3.6 Classifique as causas abaixo referidas para atrasos na elaboração da documentação de concurso de acordo com as escalas apresentadas em relação à sua importância e a sua taxa de ocorrência?

<b>Valor da escala de importância</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Descrição	Não sabe/ Não responde	Nada importante	Pouco importante	Neutro	Alguma importância	Muito importante
<b>Valor da escala de frequência</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas vezes	Poucas vezes	Neutro	Algumas vezes	Muitas vezes

	<b>Importância</b>	<b>Frequência</b>
- Interacção/relação do projectista com os vários intervenientes		
-Elaboração dos estudos técnicos por parte de: (estudo geológico por ex.)		
-Morosidade na resposta aos pedidos de informação, clarificação dos projectos e revisões		
- Morosidade da resposta à aprovação e alterações de materiais		
- Pagamentos		

3.7 Das causas abaixo referidas, classifique de acordo com a escala proposta, a taxa de ocorrência de cada pedido de esclarecimento/informações.

Valor da escala de frequência	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas vezes	Poucas vezes	Neutro	Algumas vezes	Muitas vezes
<b>Causa</b>						<b>Escala</b>
- Documentação a apresentar						
- Quantidades no articulado						
- Especificações de materiais						
- Referências de pessoal qualificado/trabalhos já executados						
- Equipamentos em obra						
- Trabalhos necessários não incluídos no projecto						
- Materiais necessários não incluídos no articulado						

3.8 Na sua experiência dos últimos 5 anos, considerando a fase de concurso e para a “classe” de projecto apresentada, diga quantos pedidos de esclarecimento/ informação existem, em média, por projecto e para cada empreiteiro candidato?

“Classe” de projecto	Até 1M€	Entre 1M€ e 5M€	Entre 5M€ e 10M€	Entre 10M€ e 25M€	Entre 25M€ e 50M€	Superior a 50M€
Nº de pedidos de esclarecimento						

3.9 Genericamente e na fase de concurso, quanto tempo em média é necessário para responder a um pedido de informação?

3.10 Genericamente e na fase de concurso, quantos pedidos, em média (percentualmente), não são satisfeitos à primeira?

3.11 De acordo com a escala de frequência anterior, diga se são habitualmente as propostas de valor mais baixo as que ganham as obras em que participa?

3.12 De acordo com a escala de frequência anterior, diga se acha que este método de selecção e adjudicação dos construtores/empreiteiros (orçamento mais baixo) tem influência nos seguintes elementos:

	<b>Escala atribuída</b> (Muita influência (5) vs Pouca influência (1))
- Erros durante a construção	
- Atrasos na construção	
- Sobrecusto da construção (derrapagens)	

#### 4 Fase de construção

4.1 Assumindo os 7 factores cruciais para qualquer projecto, quais são, das seguintes hipóteses, as três mais importantes (sendo 1-muito importante, 2-importante, 3-pouco importante).

	<b>Ordem de importância</b>
- Custos	
- Prazos	
- Qualidade	
- Criação de valor	
- Comportamento ambiental	
- Valor comercial final	
- Satisfação das expectativas do utilizador final	

4.2 Da seguinte lista de causas para atrasos na construção e de acordo com a escala proposta diga a frequência com que ocorrem.

Diga ainda se esses motivos dão origem a atrasos significativos na execução da empreitada (impacto no tempo) e o impacto no dinheiro gasto pelo Dono de Obra.

<b>Valor da escala frequência</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas vezes	Poucas vezes	Neutro	Algumas vezes	Muitas vezes
<b>Valor de impacto no tempo</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito menos tempo	Menos tempo	Neutro (igual)	Mais tempo	Muito mais tempo
<b>Valor de impacto no custo total</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito menos custo	Menos custo	Neutro (igual)	Mais custo	Muito mais custo

<b>Causa</b>	<b>Escala de frequência</b> (Muito frequente (5) vs Menos frequente(1))	<b>Tempo perdido</b> (Mais tempo(5) vs Menos tempo(1))	<b>Dinheiro dispendido</b> (Mais custo(5) vs Menos Custo(1))
Acidentes de trabalho			
Aprovação de desenhos			
Atraso comunicação ordens alteração do DO			
Atrasos na recepção de material			
Atrasos no transporte equipamentos			
Burocracia			
Condições no local imprevisíveis			
Contradições nos documentos			
Escassez de equipamentos			
Falta de equipas			
Falta de informação acerca da especificação dos materiais			
Falta de tempo dos projectistas			
Interação entre os intervenientes			
Meteorologia			
Métodos construtivos desactualizados			
Ordens alteração ao projecto			
Pagamentos			
Planeamento irrealista			
Recepção de material que não corresponde ao especificado			
Retrabalho devido a alterações no projecto			
Retrabalho por erro dos trabalhadores			

4.3 Na fase de execução de obra, quantos pedidos de informação/esclarecimento existem, em média, por projecto?

<b>“Classe” de projecto</b>	<b>Até 1M€</b>	<b>Entre 1M€ e 5M€</b>	<b>Entre 5M€ e 10M€</b>	<b>Entre 10M€ e 25M€</b>	<b>Entre 25M€ e 50M€</b>	<b>Superior a 50M€</b>
Nº Pedidos						
Menos de 50						
Entre 50 e 100						
Entre 100 e 150						
Entre 150 e 200						
Mais de 200						

4.4 Na fase de execução de obra, quanto tempo, em média, é necessário para executar um pedido de informação?

Menos de 15 minutos	
Entre 15 e 30 minutos	
Entre 30 e 45 minutos	
Entre 30 e 45 minutos	
Mais de 60 minutos	

## **5 Fase de exploração e manutenção**

5.1 Na fase de exploração e manutenção o Dono de Obra tem disponível toda a informação necessária para futuras intervenções?  SIM  NÃO

**Muito obrigado pela sua participação!**