

AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DO IPD EM PORTUGAL

DAVID CORREIA RIBEIRO

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

Orientador: Professor Doutor João Pedro Poças Martins

Coorientadora: Arquiteta Bárbara Rangel

JULHO DE 2012

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2011/2012

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 20011/2012 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012.*

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

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus Pais.

"Se o conhecimento pode criar problemas, não é através da ignorância que podemos solucioná-los"

Isaac Asimov

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar expresso o meu apreço ao Professor Doutor João Poças Martins, orientador científico desta dissertação, pelo rigor e forma cativante com que acompanhou o desenrolar do trabalho e principalmente pela disponibilidade e apoio manifestado.

Agradeço à Arquiteta Bárbara Rangel, coorientador da dissertação, pela atenção e ajuda prestadas numa melhor compreensão dos conteúdos, permitindo deste modo um discernimento mais acessível de alguns aspetos.

Gostaria também de agradecer a disponibilidade concedida pela Arquiteta Marta Aguiar e pelo Engenheiro Rodrigo Castro no âmbito dos questionários efetuados.

De forma muito especial agradeço aos meus pais, José Manuel Ribeiro e Maria Manuela Correia pela educação dada e por me terem proporcionado todas as condições para poder chegar a este patamar na minha vida.

À minha irmã, Nadine Ribeiro, porque o seu apoio é permanente e me aconselha sempre da melhor maneira, o meu profundo obrigado.

Aos meus colegas e amigos de faculdade, agradeço os momentos bem passados ao longo destes anos de estudo, que não esquecerei porque representam muitos dos melhores momentos por mim vividos. Desejo felicidades e votos de sucesso profissional a todos.

A todos os meus familiares e restantes amigos que pela convivência e simpatia foram facilitando o meu percurso académico e social, permitindo-me tornar numa pessoa melhor.

RESUMO

A indústria de construção civil não tem conseguido acompanhar as crescentes exigências de eficiência e de produtividade, representando um dos piores valores de eficiência relativamente a todas as indústrias existentes.

Alguns construtores e clientes, dispostos a mudar as metodologias de trabalho existentes começam a analisar outras possibilidades de processos, de modo a diminuir as incertezas inerentes aos métodos construtivos tradicionais. Daí, a aparição e utilização de novas metodologias de entrega de projetos.

Inicialmente, foi realizado um estudo sobre os princípios metodológicos importantes nas novas formas de abordar os métodos de trabalho da indústria civil, que constituem alguns dos fundamentos do projeto integrado. O trabalho aborda diferentes metodologias de entrega de projetos centrando-se essencialmente na metodologia denominada de projeto integrado ou no inglês IPD, de *Integrated Project Delivery*. As suas principais características de colaboração e de integração entre os membros das equipas de trabalho podem representar mudanças positivas na indústria. A utilização das novas ferramentas BIM, *Building Information Modeling*, é muito importante para um uso adequado do projeto integrado, por isso foi realizado uma análise geral às ferramentas e à sua relação com o IPD.

Este estudo tem como principal objetivo, a aplicabilidade da metodologia de projeto integrado aos processos e à regulamentação portuguesa. Por fim, são efetuadas considerações finais e respetivas conclusões acerca dos objetivos propostos no trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Projeto Integrado, IPD, *Integrated Project Delivery*, BIM, *Building Information Modeling*, Metodologias de entrega de projetos.

ABSTRACT

The civil construction is failing to follow the increasing efficiency and productivity, presenting some of the worst rating among the others existing industries.

Some constructors and clients, wiling to change the working methodologies available, start to analyses others processes possibilities for decreasing the uncertainties inherent of the traditional constructive methodology. There from, the apparition and utilization of new project deliveries methods.

Initially, a study was conducted on the important methodological principles about new ways to address the working methods of the civil industry and constitute some of the fundamental elements of the integrated project. The paper discusses different approaches to project delivery methods but essentially a methodology called integrated project or in english IPD, from *Integrated Project Delivery*. The main characteristics of collaboration and integration among work team members can represent positive changes within the industry. The use of new BIM tools, *Building Information Modeling*, is very important for a proper use of IPD. Therefore a general analysis was accomplished to the tools and its association with IPD.

This study presents as main objective, the applicability of the methodology integrated project with the Portuguese processes and regulations. Finally, concluding remarks and conclusions are made about the respective objectives proposed in the work.

KEYWORDS: Integrated Project, IPD, *Integrated Project Delivery*, BIM, *Building Information Modeling*, Project delivery Methods.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ÂMBITO	1
1.2. OBJETIVOS	3
1.3. MÉTODOS	3
1.4. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO TRABALHO	4
2. PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS	5
2.1. QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO	5
2.1.1. NORMALIZAÇÃO	5
2.1.2. IMPORTÂNCIA DA FASE DE CONCEÇÃO	7
2.2. RELATÓRIOS	10
2.2.1. RELATÓRIO LATHAM	10
2.2.2. RELATÓRIO EGAN	11
2.3. PENSAMENTO E PRODUÇÃO LEAN	12
2.3.1. CONSTRUÇÃO LEAN	13
3. Projeto Integrado	17
3.1 METODOLOGIAS DE ENTREGA DE PROJETOS	17
3.1.1. METODOLOGIA TRADICIONAL	17
3.1.2. METODOLOGIA CONCEÇÃO-CONSTRUÇÃO	19
3.1.3. METODOLOGIA CM-AT-RISK	21
3.2. METODOLOGIA DO PROJETO INTEGRADO	22
3.2.1. ORIGEM	22
3.2.2. DEFINIÇÃO	23
3.2.3. PROJETO INTEGRADO E PRÁTICAS LEAN	27
3.2.4. COMPARAÇÃO ENTRE AS METODOLOGIAS DE ENTREGA DE PROJETOS	28
3.3. CRIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO INTEGRADO	29
3.3.1. CRIAÇÃO E FUNCIONAMENTO DE UMA EQUIPA INTEGRADA	29
3.3.2. MÉTRICAS NO PROJETO INTEGRADO	33
3.3.3. FUNÇÕES DOS PRINCIPAIS PARTICIPANTES	34
3.3.4. CONSIDERAÇÕES LEGAIS	35
3.3.5. ESQUEMA RESUMO DE UM PROCESSO IPD	36
3.4. TIPOS DE PROJETO INTEGRADO	36
3.5. UTILIZAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE PROJETO INTEGRADO	40
3.5.1. BENEFÍCIOS DO PROJETO INTEGRADO	40
3.5.2. DESAFIOS NA PASSAGEM PARA UM PROJETO INTEGRADO	43
3.6. MODELOS DIGITAIS PARA CONSTRUÇÃO – BIM	44
3.6.1. DEFINIÇÃO	44
3.6.2. NÍVEIS DE IMPLEMENTAÇÃO DE BIM	46
3.6.3. VANTAGENS DE BIM	47
3.6.4. OBSTÁCULOS NA UTILIZAÇÃO DE BIM	53

3.7. AMBIENTE CRIADO ENTRE O PROJETO INTEGRADO E BIM.....	55
3.7.1. FLUXO DE INFORMAÇÃO.....	55
3.7.2. BREVE ANÁLISE DOS PROBLEMAS DO PROCESSO CONSTRUTIVO PORTUGUÊS.....	56
3.8. EXEMPLOS DA APLICAÇÃO DO PROJETO INTEGRADO E BIM.....	58
4. IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO INTEGRADO.....	61
4.1. ADAPTABILIDADE ENTRE A METODOLOGIA TRADICIONAL E O PROJETO INTEGRADO.....	61
4.2. COMPARAÇÃO ENTRE AS FASES DA METODOLOGIA TRADICIONAL E AS FASES DO PROJETO INTEGRADO.....	66
4.2.1. COMPARAÇÃO COM AS NORMAS PORTUGUESAS.....	67
4.2.2. PROGRAMA PRELIMINAR VS. <i>CONCEPTUALIZATION</i>	69
4.2.3. PROGRAMA BASE VS. <i>CRITERIA DESIGN</i>	71
4.2.4. ESTUDO PRÉVIO VS. <i>DETAILED DESIGN</i>	73
4.2.5. ANTEPROJETO VS. <i>DETAILED DESIGN</i>	74
4.2.6. PROJETO DE EXECUÇÃO VS. <i>IMPLEMENTATION DOCUMENTS</i>	77
4.2.7. ASSISTÊNCIA TÉCNICA.....	79
4.2.8. REVISÃO DO PROJETO VS. <i>AGENCY REVIEW</i>	81
4.2.9. FASE DE LICITAÇÃO VS. <i>BUYOUT</i>	82
4.2.10. FASE DE CONSTRUÇÃO.....	83
4.2.11. FECHO DA OBRA.....	85
4.2.12. ANÁLISE GLOBAL DAS FASES DA METODOLOGIA TRADICIONAL E DO PROJETO INTEGRADO.....	86
4.3. QUESTIONÁRIO.....	88
5. CONCLUSÃO.....	91
5.1. CONCLUSÕES SOBRE OS OBJETIVOS APRESENTADOS.....	91
5.1.1. INVESTIGAR ALGUNS PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS DO PROJETO INTEGRADO.....	91
5.1.2. COMPARAR ALGUMAS DAS PRINCIPAIS METODOLOGIAS DE ENTREGA DE PROJETOS EXISTENTES.....	91
5.1.3. ANALISAR A CRIAÇÃO, O FUNCIONAMENTO E OS VÁRIOS TIPOS DE PROJETOS INTEGRADOS.....	92
5.1.4. INVESTIGAR OS MODELOS DIGITAIS PARA CONSTRUÇÃO BIM E A SUA RELAÇÃO COM O PROJETO INTEGRADO.....	92
5.1.5. COMPARAR E AVALIAR O PROJETO INTEGRADO COM OS PROCESSOS E AS NORMAS PORTUGUESAS.....	93
5.1.6. AVALIAR O PROJETO INTEGRADO COM PARECERES PROFISSIONAIS.....	94
5.1.7. DIFICULDADES ENCONTRADAS NA REALIZAÇÃO DO TRABALHO.....	94
5.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
5.3. PERSPETIVAS DE DESENVOLVIMENTO FUTUROS.....	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
ANEXOS.....	101
ANEXO A: TIPOS DE CONTRATOS NUM PROJETO INTEGRADO.....	103
ANEXO B: TABELAS RESUMOS DOS QUESTIONÁRIOS EFETUADOS.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 – Índice de eficiência entre a indústria da construção e das indústrias em geral – adaptado de (Tardif, D.K.S.e.M., 2009)	2
Fig. 2 – Esquema da abordagem por processos na produção – adaptado de (Qualidade, I.P.d.).....	6
Fig. 3 – Causa de sinistros na execução de uma construção – adaptado de (Report, B.S., 1980).....	7
Fig. 4 – Origem dos custos externos de não-qualidade – adaptado de (Sweden, C.I.o.T.-. 1992).....	7
Fig. 5 – Problemas associados ao projeto – adaptado de (BS, 1980).....	8
Fig. 6 – Cumprimento de prazos de projetos – adaptado de (Ostanik, M., 2010).....	8
Fig. 7 – Curva de MacLeamy, as fases do projeto em função do esforço efetuado (Varela, N., 2010).....	9
Fig. 8 – Capa do relatório Egan (Egan, S.J., 1998).....	12
Fig. 9 – Diferença entre produção em massa e <i>produção lean</i> – adaptado de (M.L. Emiliani, L.B., LLC, Wethersfield, CT, USA, 2000).....	13
Fig. 10 – Esquema do processo Conceção-Licitação-Construção – adaptado de (ALLIANCE, D., 2008).....	18
Fig. 11 – Esquema de uma metodologia Conceção-Construção – adaptado de (ALLIANCE, D., 2008).....	20
Fig. 12 – Esquema do processo <i>CM-at-risk</i> – adaptado de (Company, T.A.A., 2011).....	21
Fig. 13 – Esquema de um processo integrado – adaptado de (Evbuomwan, N.F.O. and Anumba, C.J., 1998).....	23
Fig. 14 – Visão da interoperabilidade – adaptado de (Tardif, D.K.S.e.M., 2009).....	25
Fig. 15 – Esquema de colaboração entre várias metodologias – adaptado de (Building, P.T.B.T., 2012).....	27
Fig. 16 – Aumento da utilização de pré-fabricação – adaptado de (Sousa, H.d., 2006).....	32
Fig. 17 – Esquema resumo dos passos da implementação de uma metodologia IPD – adaptado de (Institute, L.C., 2010).....	36
Fig. 18 – Níveis de colaboração possíveis em projetos integrados – adaptado de (Cholakis, P., 2011)	37
Fig. 19 – Aplicações das ferramentas BIM na construção – adaptado de (world, J., 2010).....	44
Fig. 20 – Tendências de trabalho com as ferramentas apresentada – adaptado de (Krish, S., 2010).....	45
Fig. 21 – Níveis de implementação de BIM – adaptado de (Sinclair, R.I.o.B.A.-D., 2012).....	46
Fig. 22 – Custo total da vida de um edifício – adaptado de (Council, N.R., 1998).....	51
Fig. 23 – Plano financeiro simplificado de implementação de BIM – adaptado de (Hardin, B., 2009).....	54
Fig. 24 – Fluxo da informação nos processos construtivos – adaptado de (Bernstein, P., 2005).....	56
Fig. 25 – Modelo 3D do <i>Camino medical group mountain view office build</i> (C. Eastmann, P.T., R. Sackz, K. Liston 2008).....	59
Fig. 26 – Centros de saúde de Santa Rosa Memorial e St. Joe's Eureka (Quackenbush, G., 2011).....	59

Fig. 27 – Fases de um processo tradicional e de um projeto integrado –
adaptado de (Architects, T.A.I.o., 2007)..... 66

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Principais problemáticas da metodologia tradicional.....	18
Tabela 2 - Análise da metodologia tradicional – Conceção-Licitação-Construção – adaptado de (Hardin, B., 2009).....	19
Tabela 3 – Análise da metodologia Conceção-Construção – adaptado de (Hardin, B., 2009)	20
Tabela 4 – Análise da metodologia <i>Construction Manager-at-risk</i> – adaptado de (Hardin, B., 2009).....	22
Tabela 5 – Análise da metodologia Projeto Integrado – adaptado de (Hardin, B., 2009).....	26
Tabela 6 – Resumo das diferenças entre as metodologias.....	28
Tabela 7 – Princípios do projeto integrado associado aos vários tipos de colaboração – adaptado de (NASFA, C., APPA, AGC AIA, 2010).....	38
Tabela 8 – Tabela resumo dos níveis de colaboração em projetos integrado – adaptado de (NASFA, C., APPA, AGC AIA, 2010).....	40
Tabela 9 – Benefícios do projeto integrado para o dono de obra e o cliente – adaptado de (Mossman, A., 2008).....	41
Tabela 10 – Benefícios do projeto integrado para os projetistas - adaptado de (Mossman, A., 2008).....	41
Tabela 11 – Benefícios do projeto integrado para o empreiteiro - adaptado de (Mossman, A., 2008)	42
Tabela 12 – Resumo dos principais benefícios do projeto integrado no projeto.....	42
Tabela 13 – Obstáculos na passagem para um projeto integrado.....	43
Tabela 14 – Diferenças entre BIM e CAD.....	50
Tabela 15 – Alterações necessárias no âmbito da sustentabilidade e as melhorias com a utilização de BIM.....	52
Tabela 16 – Benefícios da utilização de BIM.....	52
Tabela 17 – Obstáculos da utilização de BIM.....	54
Tabela 18 – Dificuldades da partilha de informação.....	55
Tabela 19 – Problemas no processo construtivo nacional e as possíveis mudanças do IPD auxiliado às ferramentas BIM.....	57
Tabela 20 – Vantagens de BIM com o projeto integrado na construção.....	58
Tabela 21– Diferenças entre um projeto integrado e um processo convencional.....	61
Tabela 22– Critérios e adaptabilidade ao projeto integrado quanto à equipa.....	64
Tabela 23– Critérios e adaptabilidade ao projeto integrado quanto ao processo.....	64
Tabela 24– Critérios e adaptabilidade ao projeto integrado quanto às recompensas.....	64
Tabela 25– Critérios e adaptabilidade ao projeto integrado quanto às ferramentas.....	65
Tabela 26 – Critérios e adaptabilidade ao projeto integrado quanto ao risco – adaptado de (Hatem, D.J., 2008).....	65
Tabela 27 – Associação entre as fases da metodologia tradicional e as fases do projeto integrado.....	68
Tabela 28 – Programa Preliminar vs. <i>Conceptualization</i>	69
Tabela 29 – Análise Programa preliminar vs. <i>Conceptualization</i>	70
Tabela 30 – Programa Base vs. <i>Criteria Design</i>	71
Tabela 31 – Análise Programa Base vs. <i>Criteria Design</i>	72
Tabela 32 – Estudo Prévio vs. <i>Detailed Design</i>	73
Tabela 33 – Anteprojecto vs. <i>Detailed design</i>	74
Tabela 34 – Análise Estudo Prévio e Anteprojecto vs. <i>Detailed Design</i>	75

Tabela 35 – Projeto de Execução vs. <i>Implementation Documents</i>	77
Tabela 36 – Análise Projeto de Execução vs. <i>Implementation Documents</i>	78
Tabela 37 – Análise da Assistência técnica entre as duas metodologias.....	79
Tabela 38 – Pesos relativos das diferentes fases do processo tradicional.....	79
Tabela 39 – Critérios dos pesos relativos.....	80
Tabela 40 – Revisão do projeto vs. <i>Agency Review</i>	81
Tabela 41 – Análise de Revisão do projeto vs. <i>Agency Review</i>	81
Tabela 42 – Fase de Licitação vs. <i>Buyout</i>	82
Tabela 43 – Análise Fase de licitação vs. <i>Buyout</i>	82
Tabela 44 – Fase de construção da metodologia tradicional e do projeto integrado.....	83
Tabela 45 – Análise da fase de construção da metodologia tradicional e do projeto integrado.....	84
Tabela 46 – Fecho da obra da metodologia tradicional e do projeto integrado.....	85
Tabela 47 – Análise da fase do término da obra entre as duas metodologias.....	85
Tabela 48 – Análise global entre as principais fases de uma obra.....	86
Tabela 48 – Análise global entre as principais fases de uma obra (continuação)	87
Tabela 49 – Resumo do questionário referente a BIM.....	105
Tabela 50 – Resumo do questionário referente à metodologia tradicional.....	106
Tabela 51 – Resumo do questionário referente ao IPD.....	107

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

IPD	<i>Integrated Project Delivery</i>
AIA	<i>American Institute of Architects</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
FAIA	<i>Fellow of the American Institute of Architects</i>
CM	<i>Construction Manager</i>
UKOGC	<i>United Kingdom's Office of Government Commerce</i>
NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i>
RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i>
GIS	<i>Geographic Information System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
SPE	<i>Special Purpose Entity</i>
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>

No seguinte trabalho, são usados termos estrangeiros devido à inexistência direta na língua portuguesa.

GLOSSÁRIO

Conceptualization – Primeira fase do IPD, início da determinação do que se vai construir, como o construir e quem irá realizar as tarefas.

Criteria Design – Segunda fase do IPD, o projeto toma forma e as principais opções são avaliadas, testadas e selecionadas.

Detailed Design – Terceira fase do IPD, conclui-se o que se deve construir e existe a finalização das principais decisões do projeto.

Implementation Documents – Quarta fase do IPD e última relativa à conceção do projeto, término da determinação e da documentação da implementação do projeto.

Agency Review – Revisão do projeto.

Buyout – Conclusão da obtenção dos preços para a realização dos trabalhos pretendidos

1 INTRODUÇÃO

1.1 ÂMBITO

Com a evolução dos tempos, a competitividade global, os requisitos de desempenho superiores e com os permanentes avanços tecnológicos na engenharia, preocupações sobre a eficiência e a produtividade foram aumentando. A subida crescente das necessidades de construção das sociedades em forte desenvolvimento produziu as seguintes mudanças:

- O crescimento das exigências dos utentes no plano funcional e espacial com principal destaque para o conforto e infraestruturas técnicas;
- Globalização de processos e de soluções;
- Industrialização e mecanização de processos.

A tendência das outras indústrias na subida de desempenho não tem sido acompanhada pela indústria da construção civil.

O serviço de estatística sobre a produtividade dos Estados Unidos da América demonstrou que em 40 anos (1964-2003), muitas indústrias aumentaram de forma significativa a sua eficiência porém, a indústria de construção falhou em aumentar a sua produtividade e até piorou o seu desempenho (Shizhao, D., 2006). O gráfico seguinte mostra a diferença de eficiência entre a indústria da construção e outras indústrias, exemplificando o problema existente (Fig.1). É de realçar que o índice referente à produtividade geral não tem incluído a indústria agrícola.

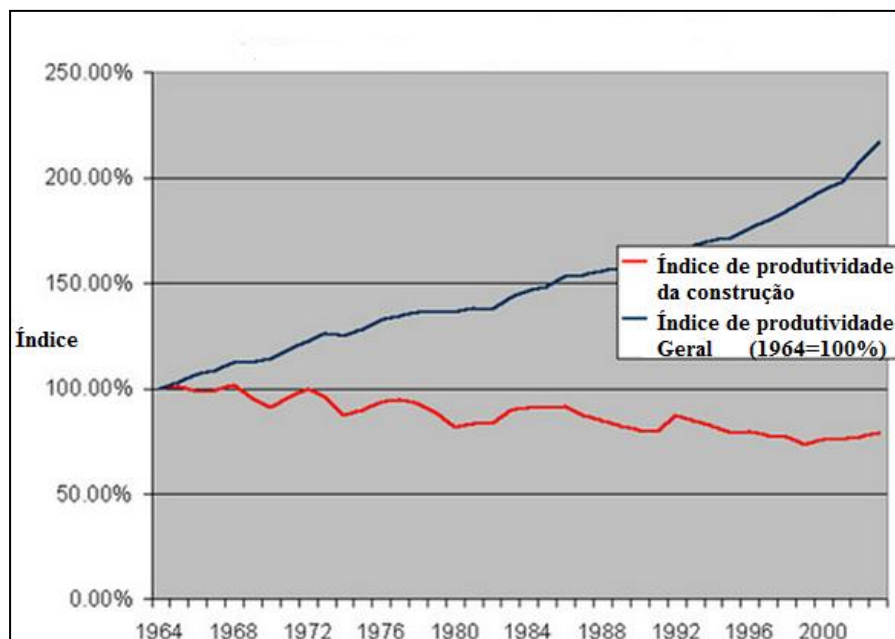


Fig.1 – Índice de eficiência entre a indústria da construção e das indústrias em geral adaptado de (Tardif, D.K.S.e.M., 2009)

No gráfico é possível verificar uma diminuição acumulada na produtividade da indústria, na ordem de 20% nos 40 anos indicados. Essa diminuição no setor da construção civil, na atualidade, pode ser explicada por apresentar mais problemas do que seria expectável:

- Debilidades de compatibilização entre disciplinas;
- Redução das margens comerciais, logo, uma redução do valor acrescentado bruto que é utilizado no cálculo de produtividade desse estudo;
- Envelhecimento precoce das construções;
- Custos de exploração e conservação muito significativos;
- Defeitos e avarias em várias vertentes;
- Desajustes face às exigências;
- Desvios significativos de custos e de prazos.

O resultado desses fatores resulta numa grande falta de qualidade dos processos construtivos atuais, o que conduz ao descontentamento dos utentes, ao descrédito, à falta de confiança pública na indústria da construção civil, entre outros aspetos. Alguns empreiteiros e clientes atentos à evolução do processo começam a procurar soluções em métodos com uma maior interoperabilidade de trabalho, melhores ferramentas, diminuição de mudanças no projeto e menos problemas na obra.

Porém, a nível nacional pouca mudança tem surgido para modificar o processo convencional. A compreensão desta estagnação e a procura de métodos para oferecer uma possibilidade de resposta ao processo construtivo é um desafio interessante.

Essa falta de eficiência da indústria de engenharia civil pode ser originada pela metodologia convencional, que na maioria das vezes é do género conceção-licitação-construção (Teicholz, P., 2004). Alguns clientes estão a tornar-se mais exigentes desenvolvendo conhecimentos dos desperdícios e problemas da produtividade, das evoluções tecnológicas e desejam mudanças dos processos convencionais, devido aos seus recorrentes e numerosos problemas. Daí o aumento do número de projetos

completados utilizando outras metodologias, sendo que são os clientes que necessitam de orientar as suas equipas numa outra direção.

O aparecimento de outras metodologias de entrega de projetos tem surgido para fazer face aos inconvenientes existentes. Ultimamente, uma metodologia que tem obtido relevo é denominada projeto integrado ou *Integrated Project Delivery (IPD)*. As suas características de comunicações e de integração dos intervenientes numa equipa coesa podem representar a mudança esperada por parte da indústria. O título do trabalho refere-se a IPD pode ser um termo mais global, no entanto, no decorrer do trabalho será mais utilizada a designação portuguesa, ou seja, projeto integrado.

Sempre existiu a realização de atividades humanas de forma relativamente organizada. A principal diferença reside na sistematização do conhecimento e nas facilidades resultantes das técnicas modernas de planeamento e análise associada às evoluções informáticas. Os *software* de ajuda à construção civil estão a evoluir e já são capazes de gerir quantidades enormes de informação e de proporcionar capacidades significativas de gestão e análise, nomeadamente as novas ferramentas BIM de *Building Information Modeling*. Essas ferramentas são muito importantes na utilização adequada do projeto integrado.

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho visa analisar e avaliar a aplicabilidade do projeto integrado com as ferramentas BIM, aos processos e às normas portuguesas. Esta investigação será feita através do desenvolvimento dos seguintes objetivos:

- Investigar alguns princípios metodológicos do projeto integrado;
- Comparar algumas das principais metodologias de entrega de projetos existentes;
- Analisar a criação, o funcionamento e os vários tipos de projetos integrados;
- Investigar os modelos digitais para construção BIM e a sua relação com o projeto integrado;
- Comparar e avaliar o projeto integrado com os processos e as normas portuguesas;
- Avaliar o projeto integrado com pareceres profissionais.

1.3 MÉTODOS

Os métodos utilizados para a realização dos objetivos apresentados tiveram várias origens. Em primeiro lugar foi realizada uma pesquisa sobre conceitos importantes das últimas décadas, na análise da construção civil. De seguida, foi efetuada uma investigação em livros e artigos específicos de modo a poder comparar e analisar as metodologias de entrega de projetos atuais, particularmente sobre o projeto integrado com o auxílio das ferramentas BIM.

Uma vez a definição da pesquisa necessária, são investigados os processos de criação de um projeto integrado segundo as normas do Código dos Contratos Públicos (CCP) (Ministério Das Obras Públicas, T.e.C., 2008a) existente. Depois, foi realizado uma comparação relativa aos objetivos das diferentes fases de uma metodologia tradicional, a partir da Portaria nº 701/2008-H (Ministério Das Obras Públicas, T.e.C., 2008b) e do CCP, com as do projeto integrado usando a definição prática do projeto integrado desenvolvida pela *American Institute os Architects (Council, T.A.I.o.A.C., 2007)*.

Finalmente, uma análise qualitativa será realizada através de entrevistas junto a dois gabinetes de projetos da área de construção civil, com o intuito de obter principalmente opiniões acerca da possibilidade de uma implementação da metodologia IPD em Portugal.

1.4 DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO TRABALHO

O presente trabalho é constituído por cinco capítulos, limitando-se o primeiro destes a uma breve introdução e descrição dos objetivos do trabalho.

O primeiro objetivo constituiu uma abordagem na compreensão de certos estudos e tipos de produções que mudaram a forma como são encarados os processos construtivos e que possivelmente originaram alguns dos princípios do projeto integrado e representa o segundo capítulo.

Uma vez expostos os princípios metodológicos necessários, o terceiro capítulo apresenta a análise das principais metodologias de entrega de projetos existentes. Tendo em conta o âmbito do trabalho, foi proposto dar especial destaque ao projeto integrado. A origem e a definição do IPD foram analisadas, bem como a apreciação dos benefícios e das desvantagens constituintes ao método. Os novos modelos informáticos para construção, neste caso BIM, foram estudados pois constituem a possibilidade de expandir e melhorar os processos construtivos de forma significativa sendo a sua incorporação no processo integrado bastante eficaz.

O quarto capítulo inicia-se com uma avaliação contratual da possibilidade da criação de um IPD em Portugal e a adaptação dos processos do projeto integrado relativamente aos processos nacionais. A comparação dos requisitos obrigatórios das normas portuguesas perante a tipologia de um projeto integrado constituiu o passo seguinte e representa o núcleo do trabalho. Por último, uma análise qualitativa é realizada, perante profissionais da área de projetos, para representar um parecer realista referente à possível inserção e implementação total ou parcial do método nos seus projetos em Portugal.

Finalmente, no quinto capítulo são estabelecidas as conclusões acerca do trabalho elaborado assim como algumas considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2 PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS

Os assuntos apresentados neste capítulo representam por um lado, a explicação da origem de alguns dos conceitos do projeto integrado e por outro uma relação dos princípios do projeto integrado com melhorias pretendidas e na resolução das principais problemáticas da construção civil. A indústria de construção civil já apresenta uma existência considerável, contudo só há poucas décadas é que os governos e as empresas vêm tomando diversas iniciativas para melhorar os tipos e os processos construtivos.

A referência de normas teve a intenção de provar que algumas características associadas ao projeto integrado têm uma origem normativa.

O fluxo de esforço durante a realização da conceção e da construção do projeto integrado difere muito daquele obtido na metodologia tradicional. A compreensão dessa diferença é abordada neste capítulo.

Os relatórios Egan (Egan, S.J., 1998) e Latham (Latham, S.M., 1994) representam marcos importantes na compreensão dos processos construtivos. Muitas das alterações desejadas desses relatórios encontram-se diretamente relacionadas com os princípios apresentados pelo projeto integrado.

Por fim, a associação das práticas *lean* são muitas vezes relacionadas às práticas do projeto integrado. A origem e definição desse pensamento revolucionário também são investigadas.

2.1 QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO

Desde o aparecimento da industrialização que problemas relativos à padronização, gestão de processos e à qualidade dos produtos foram questionados. Com o pico da globalização, na década de 1980, e com a criação da União Europeia, aumentou a necessidade de normas internacionais. A partir desse momento, o aumento dos pedidos de eficiência dos processos tem produzido uma mudança na indústria da construção, desejando processos com resultados melhores, mais rápidos e com custos menores. Essa crescente preocupação com a qualidade na construção trouxe a necessidade de harmonizar as políticas de qualidade no seio de vários países.

2.1.1 NORMALIZAÇÃO

A normalização representa uma atividade com o intuito da obtenção de soluções para problemas de carácter repetitivo. A elaboração e aprovação das normas têm por objetivo a racionalização e simplificação de processos, de componentes, de produtos e serviços.

O aparecimento e a publicação de normas de forma a definir políticas e procedimentos para obter a qualidade pretendida vieram alterar a forma dos procedimentos na indústria da construção civil. As normas que estabelecem estas diretivas são as normas da série ISO 9000, 9001, 9004 e outras associadas. Por exemplo a norma NP EN ISO 9001:2000 é baseada em oito princípios de gestão de qualidade (Qualidade, I.P.d.) :

- Focalização no cliente;
- Liderança;
- Envolvimento das pessoas;
- Abordagem por processos;
- Abordagem à gestão através de um sistema;
- Melhoria contínua;
- Abordagem à tomada de decisões baseada em factos;
- Relações mutuamente benéficas com fornecedores.

Apesar de ser uma norma com mais de uma década, ainda existem pontos que não se encontram totalmente instaurados na metodologia atual do processo construtivo como a focalização no cliente e no processo construtivo e a abordagem à gestão através de um sistema.

Segundo essa norma um dos princípios para a melhoria do desempenho é atingido quando as atividades e recursos associados são geridos como um processo. A figura seguinte (Fig. 2) ilustra um esquema desse processo:

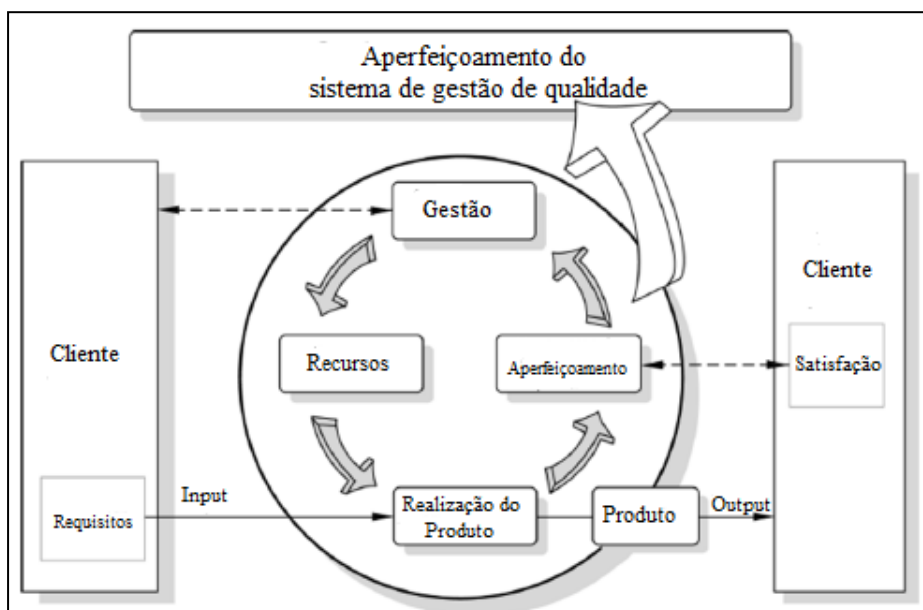


Fig. 2 – Esquema da abordagem por processos na produção - adaptado de (Qualidade, I.P.d.)

Num modelo do sistema de gestão de qualidade baseado numa abordagem por processos procura-se a eficiência de toda a atividade produtiva enaltecendo as interações e as trocas de informação entre as diversas atividades individuais, sendo que a própria eficiência de uma atividade apenas faz sentido numa perspetiva da eficiência global.

A partir da análise do esquema da abordagem por processos na produção conclui-se que o cliente faz parte do ciclo de produção e deve ser envolvido desde o início do projeto e ao longo da fase de produção como é preconizado no projeto integrado. Se o cliente entender as mais-valias e os riscos das ino-

vações tecnológicas bem como dos materiais existentes poderá dar uma opinião mais objetiva do que pretende.

2.1.2 IMPORTÂNCIA DA FASE DE CONCEÇÃO

Devido à resposta do mercado, as propostas mais baratas em concurso são frequentemente as escolhidas, pensando-se que irão de fato ser menos dispendiosa. Porém, o que não é considerado são os custos de não qualidade e os possíveis erros e omissões resultantes de propostas pouco profundas e com uma má gestão de qualidade.

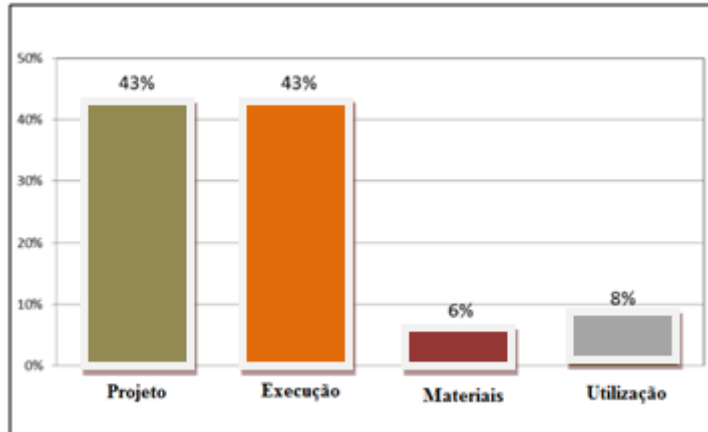


Fig. 3 – Causa de sinistros na execução de uma construção – adaptado de (Report, B.S., 1980)

A figura 3, representa a causa de 10000 sinistros em 1980, e evidencia que o nível de qualidade do produto não se associa apenas à fase de execução. Como se indica no gráfico, os erros devidos à falta de qualidade e a problemas associados são igualmente inerentes tanto à concepção do projeto como à fase de execução. A figura 4 demonstra os custos externos de não-qualidade, ou seja depois da entrega ao cliente, concluindo-se facilmente pela figura que uma grande percentagem dos custos advém de causas inerentes ao projeto.

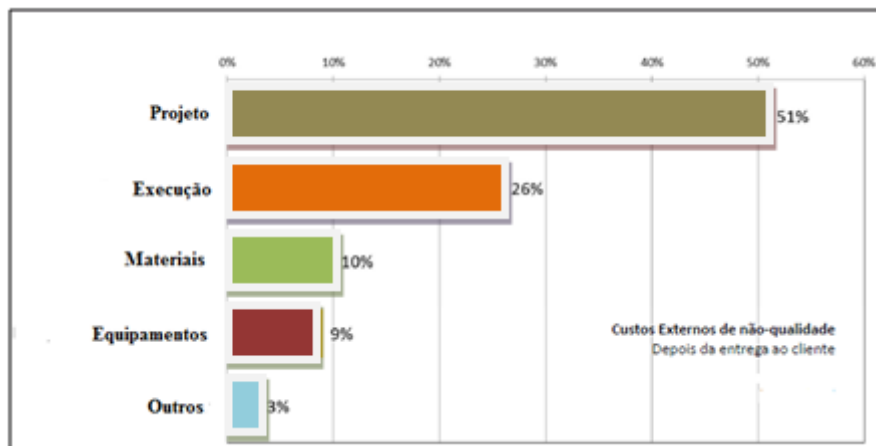


Fig. 4 – Origem dos custos externos de não-qualidade – adaptado de (Sweden, C.I.o.T.-. 1992)

Como se pode analisar pela figura 3 existem valores quase idênticos relativos à origem dos sinistros tanto devido à realização do projeto como da execução da construção e na figura 4, a fase de concepção é a principal responsável por erros de custos externos.

Apesar da conceção do projeto representar uma causa de sinistros e custos de qualidade semelhantes ou superiores à fase de execução, apenas costuma representar aproximadamente 10% do custo total da obra, e frequentemente menos, o que revela a tremenda falta de esforço dado a essa fase.

A qualidade construtiva e os problemas devidos ao projeto ficam frequentemente aquém das espetativas devido a vários fatores como as escolhas dos materiais, erros de cálculo e opções de projeto mas maioritariamente devidos ao fraco nível de detalhe (Fig. 5).

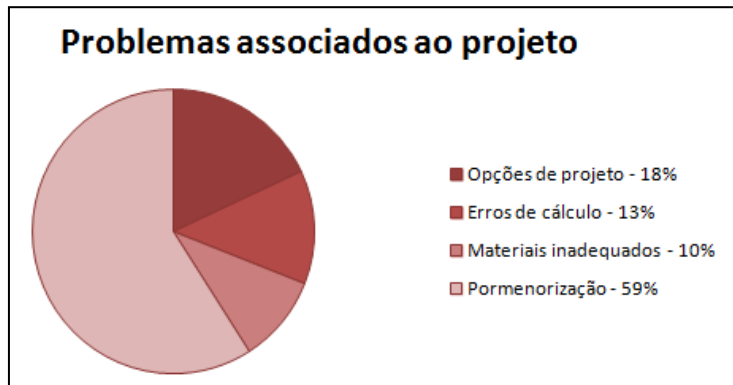


Fig.5 – Problemas associados ao projeto – adaptado de (BS, 1980)

A pressão existente nas equipas projetistas em acabar o mais rapidamente possível todas as peças desenhadas do projeto provocada pelo orçamento reduzido dada à fase de conceção conduz ao diagrama da figura 5. Cerca de 60% das incidências devidos ao projeto são causadas por um nível de detalhe desajustado. As equipas projetistas, ou de forma propositada ou por descuido, não conseguem ter os elementos dos projetos de forma corretamente representada devido aos prazos não serem adequados ao trabalho a realizar.

Outro problema recorrente nos processos convencionais atuais é originado pelos desvios relativos à programação e duração das obras. Num estudo realizado, demonstra-se que cerca de 30% dos projetos não são acabados nos prazos previstos (Fig. 6).



Fig.6 – Cumprimento de prazos de projetos – adaptado de (Ostanik, M., 2010)

O facto dos prazos serem estimados de forma um pouco generalista e com ferramentas pouco adequadas, origina discrepâncias muito grandes entre o previsto e o real.

Os problemas na construção civil mencionados e que continuam atuais podem ser drasticamente minimizados com mudanças organizacionais, mudanças de empenho nas fases de conceção e com a inserção de tecnologias adequadas.

a) CURVA DE MACLEAMY

Nesse prisma o que também é conhecido como custo para obtenção de qualidade, indica que quanto maior for o investimento financeiro envolvido no projeto, menores serão os futuros custos devidos a sinistros causados pelos próprios erros e omissões do projeto. Esse conceito é representado por Patrick Macleamy na figura seguinte (Fig. 7):

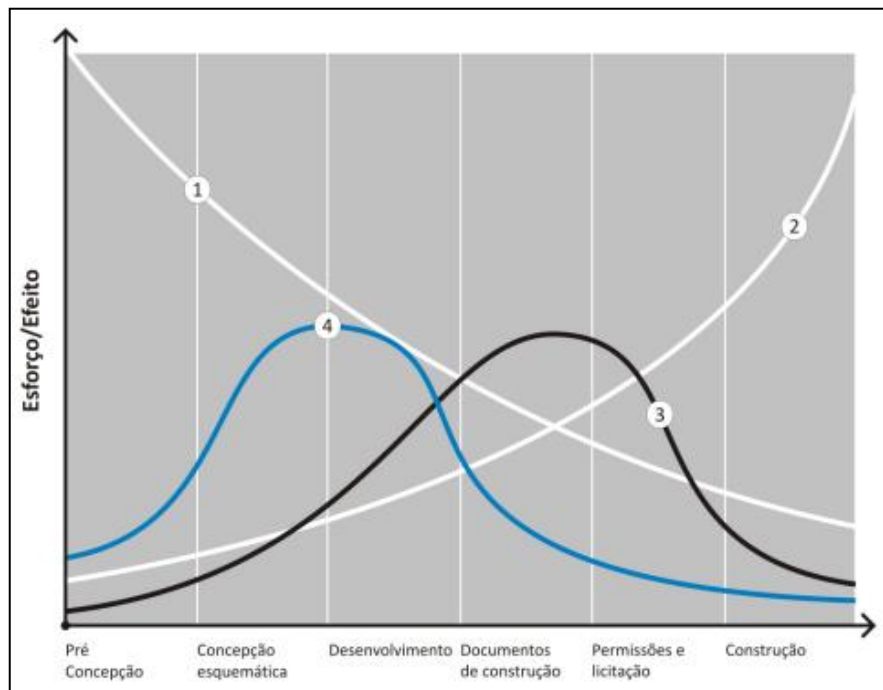


Fig. 7 - Curva de MacLeamy, as fases do projeto em função do esforço efetuado (Varela, N., 2010)

A célebre representação de MacLeamy revela a importância dada às diferentes fases do projeto e os efeitos criados nas fases de construção. O significado das 4 linhas é os seguintes (CURT, 2004):

- **Linha 1:** Impacto nos custos e nas capacidades funcionais;
- **Linha 2:** Custos nas mudanças do projeto;
- **Linha 3:** Distribuição do esforço no processo tradicional;
- **Linha 4:** Nova distribuição do esforço num processo integrado.

Pela análise da curva de MacLeamy nota-se claramente a diferença entre um processo tradicional e um processo integrado. Devido ao pico de esforço no processo tradicional se encontrar numa fase posterior, as mudanças a realizar originam custos acrescidos. Por outro lado no processo integrado, a importância e o esforço são maioritariamente desenvolvidas nas fases de conceção, sendo que as mudanças nessa fase conduzem a custos relativamente baixos.

O que MacLeamy tentou demonstrar e que se encontra relacionado com as figuras 3, 4, e 5 foi que as metodologias existentes desprezam erradamente a fase de conceção supostamente para obter lucros e por não ser a fase mais importante. Esse aspeto pode ser devido à realidade que na fase de projeto não existe nada que seja realmente criado. Contudo, a pouca importância dada à fase de projeto desencadeia custos consideráveis e um maior esforço tem que ser dado à mesma.

A mudança de fluxo de esforço necessária, apresentada pela curva de MacLeamy, relativa a um projeto integrado pode representar mudanças significativas no processo construtivo da indústria da construção civil nacional.

2.2 RELATÓRIOS

A influência do governo Britânico na melhoria dos processos construtivos é conhecida, principalmente através dos seus famosos relatórios. Os relatórios foram requeridos com o objetivo de analisar a indústria da construção civil no Reino Unido, encontrando os problemas existentes e as suas possíveis estratégias e soluções, sendo apresentados agora como marcos nas mudanças dos processos construtivos da construção civil.

2.2.1 RELATÓRIO LATHAM

O relatório Latham foi um relatório de grande importância realizado por Sir Michael Latham em 1994 (Latham, S.M., 1994). O objetivo foi de analisar a indústria da construção civil do Reino Unido, nos assuntos da intervenção e disposição contratual de modo a combater um período de falta de crescimento dessa indústria.

Apesar do relatório ter sido efetuado há sensivelmente 18 anos muitas das suas críticas ainda se encontram presentes na atualidade. Um facto que sobressaiu dos participantes no relatório é que o conhecimento obtido não deveria ser perdido depois da publicação do relatório. A primeira conclusão obtida foi a necessária implementação do cliente, já que ele é o centro do processo construtivo e as suas necessidades têm de ser conhecidas e totalmente aproveitadas pela indústria.

A indústria da construção defende-se das críticas dos consumidores dizendo que o criticismo apresentado é exagerado, mas a desaprovação não pode ser ignorada. A justificação apresentada da indústria é que os clientes não sabem realmente o que pretendem, o que origina mudanças durante a execução aumentando assim os custos inerentes.

O relatório especifica que deve haver uma integração do trabalho dos projetistas, dos especialistas e de todos os intervenientes passíveis de dar uma opinião valiosa no projeto. Outro problema existente nos procedimentos dos projetos é justificado por James Nisbet “*O procedimento adotado pelos serviços de engenharia faz com que apenas uma pessoa, usualmente um arquiteto ou um engenheiro, exerce controlo sobre o custo de um qualquer serviço de um projeto, essa situação deve então ser tomada em atenção de forma a eliminar essa irregularidade* (Latham, S.M., 1994).”

Latham acaba por identificar as deficiências principais nas práticas da indústria da construção como sendo inefetiva, fragmentada, incapaz de oferecer boas condições de entrega aos clientes e desrespeitosa dos seus funcionários.

2.2.2 RELATÓRIO EGAN

O relatório Egan intitulado de *Rethinking Construction*, no português *Repensar a Construção*, apareceu em 1998 e foi realizado por Sir John Egan e a sua equipa (Egan, S.J., 1998). Tal como o relatório Latham, realizado 4 anos antes, o relatório Egan teve uma grande influência no aperfeiçoamento das práticas nas indústrias de construção do Reino Unido.

Segundo o relatório a indústria reconhece que tem que se modernizar para conseguir reverter alguns problemas ressentidos tais como:

- **Uma baixa rentabilidade**, o que torna a sustentabilidade do desenvolvimento das indústrias difícil;
- **O investimento em pesquisa e desenvolvimento é baixo**, danificando as capacidades inovadoras em processos e tecnologias da indústria;
- **A escassez de formação** está a desequilibrar a indústria havendo poucas pessoas formadas para substituir os trabalhadores nas tarefas especializadas;
- **Demasiados clientes continuam a equiparar preço com custos**, escolhendo os projetistas e os empreiteiros apenas pelo preço do concurso. Esta tendência é vista como uma das maiores barreiras no progresso. A indústria necessita de instruir os clientes de forma a poderem diferenciar entre melhor opção e menor preço.

O descontentamento do cliente também é revelado pela equipa chefiada por John Egan. Segundo o relatório, os projetos são muitas das vezes vistos como sendo imprevisíveis em termos de prazos, custos e qualidade. A competitividade das empresas no mercado faz com que a melhor opção para o cliente raramente seja proporcionada pois, em muitos casos, apenas visam a sobrevivência da empresa e não um investimento no futuro.

O relatório Egan demonstra que a indústria necessita de repensar o método do processo construtivo existente com o objetivo de aumentar a eficiência daí o nome dado ao próprio relatório, “Repensar a construção”. A existência de vários processos fundamentais que foram aplicados com sucesso nas outras indústrias pode ser aplicável à construção:

- **A liderança** tem que assumir uma gestão adequada e estar totalmente comprometida com o melhoramento e a proceder às necessárias mudanças culturais e operacionais através de toda a organização;
- **O foco de todo o processo é o cliente**, nas melhores empresas o cliente integra todo o processo. Nesses casos a empresa produz exatamente o que o cliente precisa, quando o cliente precisa e ao preço que reflete o valor do produto. A indústria da construção tende a preocupar-se mais em conseguir um próximo cliente do que do próprio cliente atual, não apresentando objetivos para a satisfação do cliente atual;
- **A integração do processo e da equipa** em torno do produto é utilizado nas empresas de maior eficiência de outros ramos, que não fragmentam as suas operações e trabalham a partir das necessidades do cliente. O processo de produção das equipas sendo integradas adicionam valor e eficiência e reduz desperdícios de muitas formas. Os processos usados na indústria de construção são tipicamente sequenciais. As operações dos projetistas, empreiteiros e fornecedores não têm benefícios no sucesso do produto a longo prazo. Uma mudança a esse nível representa um aumento de eficiência e de qualidade na construção.

Esses princípios demonstram de forma precisa a importância da instauração de um trabalho integrado. O desafio da indústria da construção é de desenvolver a sua própria metodologia de equipas integradas não só no serviço aos clientes com conhecimentos dos processos construtivos e que podem facilmente ser introduzidos mas também para os clientes inexperientes e ocasionais. A equipa do relatório acredita que essa premissa é totalmente possível. As mudanças culturais e operacionais, o foco no cliente assim como a integração dos processos e da equipa apresentados pelos relatórios Latham e Egan são instituídos no projeto integrado.

A capa do relatório (Fig. 8) representa um *tangram*, célebre quebra-cabeça chinês com o objetivo de formar com várias disposições de peças um quadrado. A escolha foi adequada pois representa uma analogia da integração dos vários membros de uma equipa para formar um produto coeso.

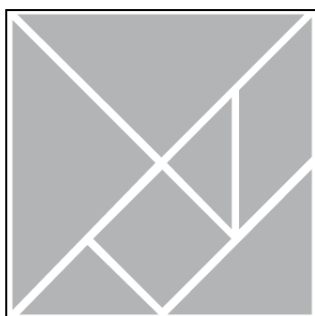


Fig.8 – Capa do relatório Egan (Egan, S.J., 1998)

Outro aspeto no relatório foi a investigação feita sobre a filosofia de “*pensamento lean*”. O termo *lean* foi o utilizado para descrever os métodos de produção da Toyota na indústria automóvel. A partir daí esta filosofia espalhou-se para as outras indústrias, devido às potencialidades que trazia.

2.3 PENSAMENTO E PRODUÇÃO LEAN

Na década de 1950, a Toyota Motor Corporation criou um novo sistema de produção chefiado pelo engenheiro Ohno e introduziu uma nova forma de gestão que ficou denominada mais tarde de *pensamento lean*. Esse pensamento a nível industrial resultou na *produção lean* que reduz o custo e os tempos de fabrico realçando desse modo a competitividade da empresa. A Toyota desenvolveu equipas colaborativas desde o início dos processos de conceção e o que descobriu foi um grande aumento de rentabilidade.

O sucesso desse método alargou-se para outras áreas como a indústria da construção. Segundo Yonsheng Wang na sua tese “*no século 21 a aplicação do pensamento lean obtém grandes avanços e tornou-se numa nova orientação de pensamento para uma revolução na gestão*” (Wang, Y., 2008). O conceito de *pensamento lean* obteve o seu nome a partir de uma famosa obra de 1990 intitulada “*The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*” (James P.Womack, D.T.J., Daniel Roos, 1990).

O uso do termo *lean* está associado a uma filosofia que incorpora uma coleção de ferramentas e de técnicas no processo empresarial que otimizam o tempo, a produtividade e os recursos humanos melhorando o nível de qualidade dos produtos e dos serviços para os seus consumidores. Os desperdícios são definidos pelo desempenho do sistema de produção onde, para conseguir alcançar desperdícios

cios nulos, é preciso focar-se no sistema de entrega ao invés das atividades. Os objetivos do *pensamento lean* definam-se nos seguintes princípios básicos (A.Howell, G., 1999):

- Definir precisamente o que o consumidor espera receber;
- Entregar o produto segundo a necessidade do consumidor. As decisões e os preços tomados são combinados num matriz base;
- Otimizar o processo de produção como um fluxo contínuo. Um diagrama é desenvolvido para identificar e evitar potenciais conflitos;
- Os construtores que satisfazem as necessidades dos clientes são aqueles que apresentam melhores condições para obter novos clientes;
- Melhoria contínua. As etapas anteriores podem ser repetidas nos novos projetos obtendo assim um processo que tende para a perfeição.

A produção em massa promove essencialmente a otimização de setores individuais enquanto a *produção lean* procura coordenar os vários critérios fundamentais do ponto de vista do cliente (Fig. 9). A diferença crítica resulta do foco dos resultados em função do processo e da otimização do binómio recurso/criação de resíduos.

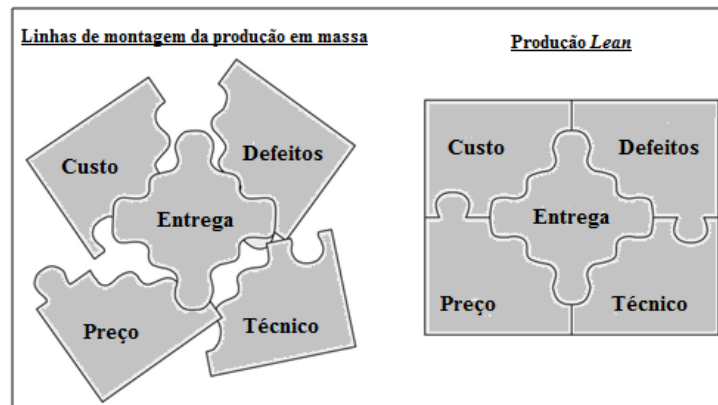


Fig.9 – Diferença entre produção em massa e *produção lean* – adaptado de (M.L. Emiliani, L.B., LLC, Wethersfield, CT, USA, 2000)

2.3.1 CONSTRUÇÃO LEAN

A adaptação da produção *lean* para a indústria da construção resultou na terminologia de *construção lean* que consiste numa nova forma de gestão de produção na construção. O princípio básico do conceito é o de reduzir os desperdícios: “*especificadamente toda a atividade humana que necessita de recursos mas não cria valor ao produto*” (James P.Womack, D.T.J., Daniel Roos, 1990). As características provenientes da designação de *construção lean* incluem um conjunto de objetivos para a entrega do processo. Os objetivos focam-se em maximizar o *desempenho* segundo a vontade do consumidor ao nível do projeto, da produção e da monitorização do produto desde a conceção até à entrega do projeto (A.Howell, G., 1999).

A indústria da construção já rejeitou muitas ideias na crença que a sua indústria era diferente. O seu controlo é feito monitorizando cada atividade pelo seu orçamento e a sua duração. Se as atividades se encontram no caminho crítico, esforços são realizados de modo a reduzir os custos e a sua duração ou alterando a sequência de trabalho. Os vários tipos de desperdícios criados entre as diferentes atividades são originados pelo imprevisível trabalho realizado e pela incerteza nos recursos recebidos.

De uma forma simples, as formas atuais de produção e de gestão de trabalho focam-se nas atividades ignorando o fluxo e a utilidade (Koskela, L., 1992). O desperdício na construção e na fabricação resulta no mesmo pensamento de atividades centradas do antigo setor automóvel, “*Manter uma pressão intensa na produção em cada atividade porque reduzir os custos de duração e de prazos significa melhorias orçamentais*” (James P.Womack, D.T.J., Daniel Roos, 1990). Ohno sabia que havia uma forma de melhorar o processo. Novos contratos foram desenvolvidos para dar aos fornecedores incentivos para reduzir de forma contínua os custos dos seus componentes e de participar nas melhorias de todo o processo envolvente do produto.

a) ANALOGIA DE TOMMELEIN

A gestão da combinação do efeito de dependência e de variação nos processos construtivos é o principal interesse na *produção lean*. Uma demonstração acerca desse conceito foi realizada por Tommelein na sua obra “*Parade of Trades*” (Tommelein, H.J.C.a.I.D., 1999). Segundo Tommelein, o problema de dependência e variação nos processos construtivos pode ser representado com uma analogia ao intenso tráfego numa autoestrada. Se todos os carros andassem à mesma velocidade então o espaço entre eles seria muito pequeno e a capacidade da autoestrada seria limitada à velocidade imposta. Cada carro seria dependente do anterior, não haveria variações no tráfego e todo o espaço do pavimento seria utilizado. Mas na realidade, a pressão de chegar a determinado lugar mais rapidamente faz com que os espaços entre os carros diminuam e pequenas variações na velocidade se propagam através dos carros sucessores. Uma pequena hesitação pode formar ondas de congestionamento à medida que a velocidade dos carros sucessivos vai baixando. O restabelecimento é demorado pois é impossível que as pessoas todas acelerem de forma homogénea. Segundo esse conceito a velocidade máxima em qualquer momento, não garante uma diminuição do intervalo de tempo necessário para a realização de uma tarefa. Onde as práticas correntes tendem a atingir uma velocidade máxima, as *produções lean* dedicam-se a combater as incertezas recorrentes nos processos construtivos.

b) PLANEAR E CONTROLAR

No centro desse modelo existe a crença que uma equipa é essencialmente independente e todos os custos advêm do esforço necessário para completar a tarefa assignada para equipa (A.Howell, G., 1999). A equipa trabalha a ritmos diferentes utilizando recursos de modo variado. A *produção lean* tenta isolar a equipa das variações da obtenção de recursos criando distâncias adequadas entre camiões ou tenta manter um excesso de capacidade na equipa para poder abrandar ou acelerar dependendo das situações requeridas. No âmbito da *lean* assegura-se que não há contribuições para variações no trabalho. Planear e controlar são duas atividades essenciais, dependendo uma da outra.

- **Planear**, definindo critérios de sucesso e estratégias de produção para conseguir os objetivos;
- **Controlar**, eventos para monitorizar a produção, desencadear aprendizagem e planear de novo.

No *pensamento lean* pergunta-se como a produção em si é planeada e dirigida. Necessitando de saber se o sistema está sob controlo, a locação do inventário e a sua capacidade extra e se o projeto e a execução suportam as condições do consumidor. A incerteza das atividades é combatida com o uso de ritmos diferenciados e com o planeamento de produção para haver trabalho efetuado de forma mais previsível para as próximas equipas. Depois é realizado um estudo para verificar as causas das flutuações obtidas.

Os conceitos *lean* podem ser resumidos em dois grandes grupos (NASFA, C., APPA, AGC AIA, 2010):

- **Eliminação de desperdício**, que consiste nos seguintes pontos:
 - Produção a mais;
 - Esperas;
 - Transportes desnecessários;
 - Excessos do inventário;
 - Movimentações desnecessárias;
 - Defeitos e correções;
 - Energias não eficientes.
- **Foco na adição do valor**, e esforço nos seguintes aspetos:
 - Standardização;
 - Compromissos a longo termo;
 - Acordos de gestão aplicados em todos os níveis.

A mudança para práticas *lean* não pode ser originada sem alterações de assuntos sociais. A necessidade de investimento para reduzir variações a nível de produção encontra-se contra as práticas contemporâneas de comprar cada material pelo preço mais baixo ou de exigir que cada equipa trabalhe o mais rapidamente possível. Pois esse pensamento ainda proporciona mais incerteza e variabilidade em todo o processo de produção. Essas consequências são vistas pela metodologia *lean* como resultando do processo laboral mas os encarregados defendem-se dizendo que as consequências são de origem exterior e fora do seu controlo.

A mudança no projeto é esperada com o uso da *construção lean*, de forma a poder lidar com as velocidades e as incertezas do processo construtivo e para responder à revolução tecnológica. O projeto integrado tem na sua prática as principais ideias da *construção lean*, tentando aproveitar os seus benefícios.

3

PROJETO INTEGRADO

Este capítulo compara inicialmente as metodologias de entrega de projetos existentes e a origem do projeto integrado. Depois é feita a análise, a criação e o funcionamento de um projeto integrado assim como os vários tipos existentes e os seus principais benefícios e desafios.

Também são mencionados os modelos informáticos para construção BIM, são analisados os passos da sua implantação e também a comparação com as peças desenhadas em CAD (*Computer Aided Design*). A relação entre o projeto integrado e os modelos BIM é assimilada e a apresentação de alguns casos de utilização são exibidos.

3.1 METODOLOGIAS DE ENTREGA DE PROJETOS

As metodologias de entrega de projetos representam o modo como são efetuadas as comunicações e as trocas informacionais entre os vários intervenientes dos projetos. Fundamentalmente são sistemas usados para organizar e financiar projetos, construções, operações e manutenção de serviços para uma estrutura, tendo em conta os acordos legais entre os intervenientes do processo. O presente trabalho cobre algumas das metodologias consideradas mais populares e as suas características principais, são diferenciadas por três critérios adaptados do livro de Brad Hardin (Hardin, B., 2009):

- A fase de pré-construção;
- A capacidade de comunicação e de colaboração;
- Os pedidos de informação.

3.1.1 METODOLOGIA TRADICIONAL

A metodologia de entrega de projeto tradicional (Fig.10) é uma metodologia do tipo Conceção-Licitação-Construção, no inglês *Design-Bid-Build* (DBB). Essa metodologia é das mais utilizadas, em Portugal como no resto do mundo. O cliente contrata um arquiteto para desenvolver um programa e de seguida realiza a conceção do projeto com a ajuda de engenheiros. Depois, existem propostas por parte de empreiteiros que muitas vezes trabalham com subempreiteiros para licitar a obra e o escolhido constrói a obra. As principais características deste método são:

- Três fases distintas e lineares, conceção, licitação e construção;
- Papéis dos intervenientes bem definidos e geralmente documentados;
- Diretrizes processuais e legais claramente definidas;
- Concorrência saudável devido à competitividade do concurso;

- A documentação contratual é muitas vezes completada antes da execução do projeto começar;
- Oportunidade para um planeamento da construção auxiliada numa documentação completa;
- Especificações a produzir sobre os padrões de qualidade;
- Detalhe exigido do produto final acordado por todas as partes antes do começo da execução do projeto.

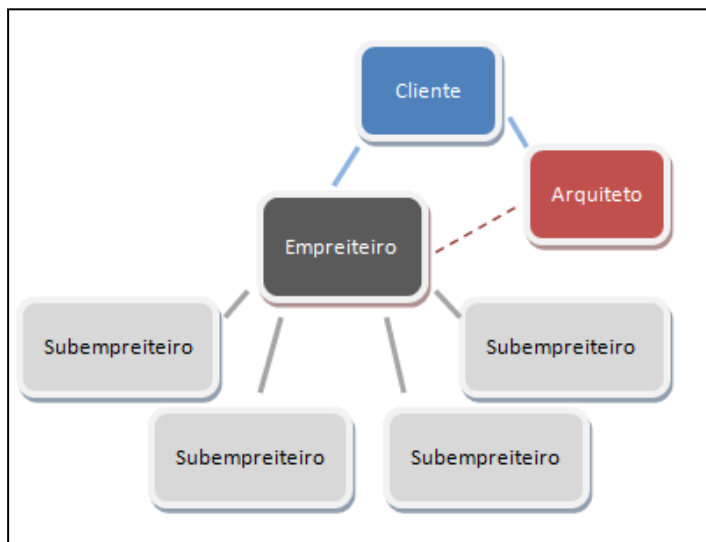


Fig.10 – Esquema do processo Conceção-Licitação-Construção - adaptado de (ALLIANCE, D., 2008)

As vantagens inerentes a esta tipologia residem no seu histórico, pois sendo o método mais usado já provou as suas capacidades. A responsabilidade encontra-se usualmente apenas numa entidade devido à dissociação do processo, o que pode ser uma vantagem para resolver conflitos. A competição entre os vários empreiteiros para a aquisição do projeto é benéfica, no ponto de vista da escolha da melhor oferta. Nessa metodologia porém alguns arquitetos ignoram o orçamento e as restrições cronográficas devido ao facto de não ter outras pessoas a supervisionar o projeto.

Tabela 1 - Principais problemáticas da metodologia tradicional

Principais problemáticas da metodologia tradicional
▪ Se um empreiteiro é consultado para orçamentar o projeto durante a conceção, o projeto pode desviar-se dos prazos devido à adaptação da informação adicional
▪ O cliente escolhe frequentemente a proposta mais barata, contudo essa opção peca nos aspetos da qualidade dos trabalhos pretendidos
▪ Podem existir erros de projeto e de construção que recaem financeiramente no cliente
▪ Assume que por promover a competição entre os empreiteiros, através da fase de licitação, o melhor preço será obtida

Tipicamente, os empreiteiros gastam valores consideráveis de tempo e de dinheiro para produzir uma proposta para o projeto, encontrando-se apesar disso com fortes possibilidades de não serem escolhi-

dos. Perante isso, alguns empreiteiros trabalham segundo outras metodologias para validar os seus investimentos e receber o projeto.

As entregas de projetos tradicionais sofrem devido ao sucesso dos participantes não estar relacionado com o sucesso do projeto. De facto, é possível que alguns participantes tenham “sucesso financeiro” não obstante o insucesso global do projeto.

Esta metodologia representa o perfeito exemplo de uma forma de pensamento que utiliza um sistema rígido de gestão de informação e partilha, onde o principal aspeto é evitar litígios entre os intervenientes.

Tabela 2 - Análise da metodologia Conceção-Licitação-Construção – adaptado de (Hardin, B., 2009)

Conceção-Licitação-Construção
Pré-construção
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Em geral não existe partilha de informação nas fases iniciais entre o arquiteto e o empreiteiro ▪ O uso de novas ferramentas informáticas de construção não é muito corrente
Capacidade de comunicação e colaboração
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Na maioria dos casos, a informação só é partilhada entre os projetistas e construtores depois da conclusão da fase de projeto de execução ▪ Este método necessita de muitas clarificações, pois acaba por representar o único meio de comunicação entre equipas projetistas e o empreiteiro ▪ As grandes questões são resolvidas, porém os pormenores são postos de parte para serem interpretados mais tarde
Pedidos de informação
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informação incorreta e falta de colaboração criam mais custos, mudanças e ineficiência nesse método ▪ Os ficheiros CAD obtidos carecem de flexibilidade o que pode criar relações conflituosas com os empreiteiros pois estes apresentam visões diferentes

3.1.2 METODOLOGIA CONCEÇÃO-CONSTRUÇÃO

Novas dinâmicas no processo de contratação construtiva têm surgido, em que o cliente apresenta um contrato onde o empreiteiro providencia a execução da obra como é o costume mas também faz parte do projeto. Essa metodologia é denominada de conceção-construção, ou na sigla inglesa DB de *Design-Build*, apresentando-se um esquema na figura 11. Os arquitetos servem como consultantes para o empreiteiro e preparam os documentos associados ao projeto e à construção. As características deste método são:

- Projeto baseado no estabelecimento de papéis de ação;
- Execução contínua da conceção e construção;
- Sobreposição das fases de conceção e construção;
- Procedimentos legais e processuais claramente definidos para a disponibilização pública;
- Programação e planeamento realizados antes da execução pela entidade responsável pela conceção e construção.

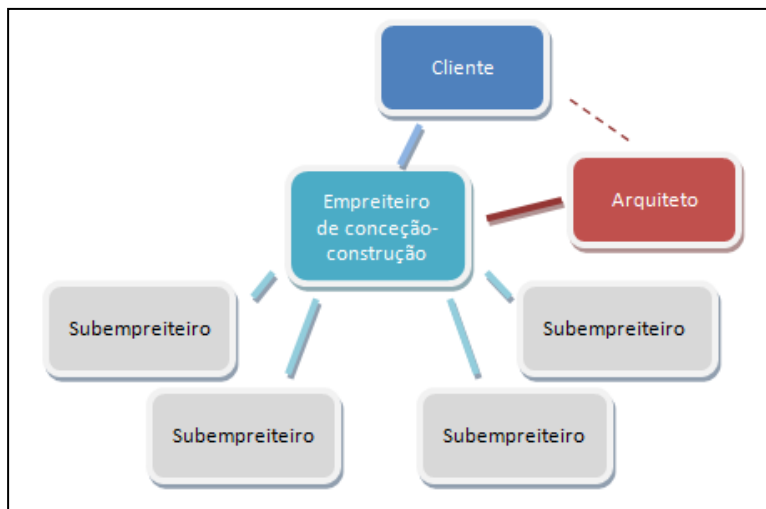


Fig. 11 – Esquema de uma metodologia Conceção-Construção – adaptado de (ALLIANCE, D., 2008)

A responsabilidade não pode ser mais clara havendo apenas uma entidade responsável tanto para o projeto como para a construção da obra em questão. Porém existem algumas limitações neste processo, como a falta de competição pela obtenção do projeto e o arquiteto sendo como um subempreiteiro do próprio empreiteiro, pode não manter os interesses do dono de obra ao mais alto nível.

Tabela 3 – Análise da metodologia Conceção-Construção – adaptado de (Hardin, B., 2009)

Conceção-Construção
Pré-construção
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apenas uma entidade para conceção do projeto e construção, porém existe a liderança ou de um arquiteto dando mais ênfase ao projeto ou de um empreiteiro preocupando-se mais com questões construtivas ▪ A fase de revisão de projeto é pouca desenvolvida e as peças desenhadas ainda estão a ser completadas quando o projeto já se encontra a ser construído ▪ Eficientemente tem que existir um balanço entre os membros para não prejudicar nenhuma fase
Capacidade de comunicação e colaboração
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A informação começa quando a equipa projetista apresenta o projeto ao cliente para revisão; depois é apresentada ao empreiteiro para estimar custos e a programação dos trabalhos ▪ O primeiro projeto raramente é o escolhido; daí enquanto o empreiteiro efetua as suas estimativas o projeto já se encontra desatualizado e isto ocorre várias vezes durante o processo do projeto ▪ Representa um uso das novas ferramentas digitais mas está constantemente a ser atualizado com nova informação, proveniente quer da equipa projetista quer do empreiteiro
Pedidos de informação
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Esta metodologia aponta para a colaboração, aumento de viabilidade e precisão no projeto mas compromete o empreiteiro com as dificuldades de falta de interpretação das peças desenhadas ▪ Já existe a noção que mais barato e mais rápido não significa necessariamente menores custos financeiros

Pela ausência do tempo de licitações de propostas, o tempo total da execução da obra é mais curto. Os custos são estabelecidos logo depois da fase dos desenhos preliminares ganhando-se um tempo significativo na duração do projeto e da realização do mesmo.

Este método representa a origem de um projeto que procura, de forma colaborada, soluções para a realização de um projeto eficiente, com lucro e tem uma estrutura que favorece a utilização eficiente das novas ferramentas informáticas para construção.

3.1.3 METODOLOGIA CM-AT-RISK

Nesta metodologia inclui-se um novo interveniente a par dos principais (cliente, arquiteto, engenheiro e empreiteiro) denominado de *Construction Manager*, CM, tendo um compromisso de entregar o projeto dentro de um preço máximo garantido (Fig. 12).

Com este método de entrega de projeto, o *Construction Manager* é contratado na fase do projeto o que proporciona um trabalho direto com o arquiteto para contornar os possíveis problemas do projeto antes da realização dos documentos construtivos. Desde o princípio do projeto, o CM ajuda a analisar os projetos das instalações num prisma construtivo, define a quantidade de trabalho segundo as necessidades do cliente e os custos associados e estabelece prazos realistas e marcos no desempenho. O CM também apresenta o papel de empreiteiro principal durante a fase de construção.

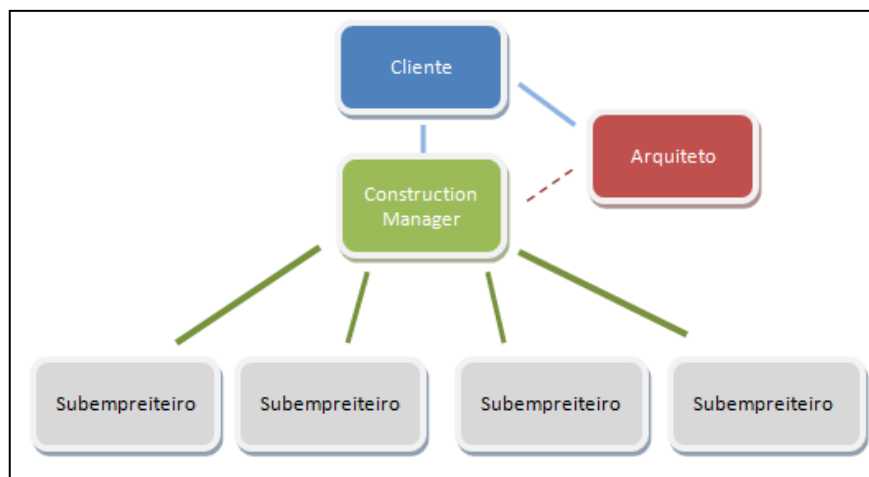


Fig.12 – Esquema do processo *CM-at-risk* – adaptado de (Company, T.A.A., 2011)

O *Construction Manager* não trabalha apenas consoante os interesses do cliente, mas também deve realizar a gestão e controlar os custos da construção para não exceder o preço máximo garantido o que resultaria numa redução dos seus benefícios.

O papel do *Construction Manager* não deve ser confundido com o papel de gestor do projeto. Apesar de as duas funções apresentarem um papel algo semelhante na fase de conceção do projeto, o gestor de projeto não terá depois a função de empreiteiro principal no decorrer da obra.

Tabela 4 – Análise da metodologia *Construction Manager-at-risk* – adaptado de (Hardin, B., 2009)

Construction Manager-at-risk (CM at-risk)
Pré-construção
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compromisso de entrega do projeto dentro de um preço máximo garantido
<ul style="list-style-type: none"> ▪ O Construction Manager (CM) é consultor nas fases de conceção mas também empreiteiro na fase de execução
<ul style="list-style-type: none"> ▪ O facto do empreiteiro e os subempreiteiros estarem envolvidos no projeto muito cedo e darem opiniões na fase de conceção, demonstra uma grande mudança na integração
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apesar de representar uma evolução relativamente aos outros métodos pode apresentar falhas em apresentar um projeto completo devido a ter um preço máximo garantido
Capacidade de comunicação e colaboração
<ul style="list-style-type: none"> ▪ O risco para o cliente pode estar na origem do empreiteiro ter demasiado controlo no projeto
<ul style="list-style-type: none"> ▪ O cliente é envolvido no processo para verificar as peças desenhadas e o orçamento
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A metodologia consegue eficazmente trabalhar com todos os membros para dividir responsabilidades entre eles
Pedidos de informação
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Os pedidos de informação são menores em fase de execução, pois os construtores foram integrados na conceção
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promovendo um preço máximo garantido, o empreiteiro tem muito interesse em colaborar com a equipa projetista
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estrutura adequada para um bom uso dos novos modelos informáticos de construção

3.2 METODOLOGIA DO PROJETO INTEGRADO

3.2.1 ORIGEM

Historicamente, os projetos de edifícios eram um esforço partilhado entre os clientes, projetistas e construtores. Este sistema, a partir do século XX, mudou quando os estados e as empresas privadas começaram a implementar regulamentos nas licitações, requerendo que os empreiteiros apresentem preços fixos para a realização dos projetos. Por esse motivo, as seguradoras convenceram os projetistas a diminuir os seus riscos com a sua não participação ativa na realização dos seus projetos (Stephan Castellanos, F., 2010).

Eventualmente, a confiança entre os vários intervenientes foi diminuindo, resultando em conflitos, acerca das responsabilidades e obrigações de cada um, originando assim desvios de custos e de prazos, clientes e utilizadores descontentes e desperdícios monetários assombrosos dentro da indústria de construção civil. Uma solução para a entrega de projetos deveria ser explorada de modo a melhorar a eficiência e oferecer uma resposta mais adequada aos clientes e para a comunidade.

A partir das metodologias já existentes e também dos princípios metodológicos apresentados no segundo capítulo, uma nova forma de interligação entre os vários membros do processo construtivo foi criada, intitulada projeto integrado ou IPD. Com origem na adaptação da ideia do método conceção-construção, onde o empreiteiro também apresenta um papel integrante no projeto, essa metodologia leva a integração e intercomunicação dos vários intervenientes para outro nível (Fig.13). Todos os

membros, e sobretudo o cliente que foi durante muito tempo ausente dessa fase, apresentam o seu parecer no projeto havendo a contribuição de cada um.

A história do desenvolvimento do projeto integrado apresenta uma origem um pouco dispersa. Porém a origem mais reconhecida provém do AIA, ver glossário, nomeadamente do concílio da Califórnia por realizar a primeira definição de trabalho de projeto integrado em 2007 (Council, T.A.I.o.A.C., 2007).

O interesse acrescido atual na metodologia IPD pode ter também como incentivo o estado da economia atual, pois uma economia em declínio muda todo o panorama da indústria da construção civil. Com menos propostas de trabalho e projetos, as companhias são impulsionadas a obter a máxima eficiência possível nas suas práticas. Por muitos, isto necessita de uma mudança na forma de trabalho.

Nas últimas duas décadas, as condições mais difíceis geralmente provocaram o acelerar da adoção de uma nova metodologia ou tecnologia. Tal como na década de 1980, onde alguns argumentam que foi o abrandamento das condições do mercado que estimulou a transição dos documentos em papel para a conceção em CAD. Enfrentando condições do setor muito complicadas, os intervenientes da construção tornam a procurar uma nova forma de inovar, nomeadamente uma nova forma de entrega de projetos (Constructech, 2012).



Fig. 13 – Esquema de um processo integrado – adaptado de (Evbuomwan, N.F.O. and Anumba, C.J., 1998)

3.2.2 DEFINIÇÃO

O conceito de projeto integrado advém da integração inicial das pessoas e dos sistemas bem como das práticas, no intuito de aproveitar a sabedoria e o conhecimento de todos os participantes de modo a otimizar e a acrescentar valor ao projeto. Esse conceito enaltece a eficiência nas várias fases do projeto, e nas fases de fabricação e de construção.

Segundo o guia da Instituição Americana de Arquitetos (Architects, T.A.I.o., 2007) “o princípio de projeto integrado pode ser aplicado a uma ampla variedade de projetos e os seus elementos podem incluir membros para além dos intervenientes “clássicos” de uma obra, ou seja, do arquiteto, dono-de-obra e do empreiteiro. A principal marca de reconhecimento do IPD aparece na sua grande interoperabilidade e colaboração entre os vários intervenientes desde o início do projeto e continuando até à entrega do mesmo”.

a) CONCEITOS

Num artigo composto por McGraw Hill, ele explica que o projeto integrado pode ser apresentado pelos seguintes conceitos (Council, T.A.I.o.A.C., 2007):

- **Respeito mútuo**, no projeto integrado os participantes não têm os seus papéis estritamente definidos, todos estão comprometidos a trabalhar como equipa no melhor interesse para o projeto;
- **Benefício comum**, as compensações do projeto integrado são baseadas no valor e no risco tomados por cada interveniente mas como o processo é assumido desde o início as gratificações acontecem relativamente cedo;
- **Definição antecipada dos objetivos principais**, os objetivos são definidos prematuramente pelos participantes o que valoriza os seus conhecimentos e os seus desempenhos;
- **Comunicação**, as responsabilidades estão claramente definidas numa perspetiva de identificação e resolução de problemas e não na determinação do seu responsável;
- **Tecnologia apropriada**, num projeto integrado o uso de tecnologias avançadas é muito aconselhado pelo bem da interoperabilidade global;
- **Liderança**, apesar de todos os intervenientes estarem comprometidos a alcançar os objetivos estabelecidos, a liderança deverá ser tomada pela pessoa mais capaz pelo trabalho existente;
- **Planeamento intensificado**, o projeto integrado parte do pressuposto que um aumento de esforço no planeamento resulta num aumento de eficiência e redução de custos durante a construção;
- **Inovação colaborativa e tomadas de decisão**, a inovação é estimulada quando as ideias são trocadas de forma livre entre todos os participantes.

O *United Kingdom's Office of Government Commerce (UKOGC)* estima que pode ser alcançado até 30% de economias nos custos da construção, onde equipas integradas promovem melhorias contínuas através de projetos seguidos. A UKOGC avança também que integrando as equipas de fornecimento pode existir entre 2 a 10% de economias nos custos de construção através de uma gestão mais eficaz dos materiais (Kandall, D.S., 2003).

Algum cuidado tem que ser preconizado no uso da palavra integração no meio da construção civil pois pode ser um termo muito vago e associado a muitos aspetos. A integração também pode ser física, visual e de desempenho. A integração física refere-se a como os componentes e os sistemas partilham espaços e como são conectados. A integração visual é a coordenação dos componentes de um edifício para criar a sua imagem. Por fim, as integrações relativas ao desempenho têm que ser vistas como um todo, pois o desempenho está associado à combinação e à relação dos vários elementos (R.Bachman, L., 2003).

A integração pode então ter vários significados. Neste trabalho refere-se a integração no ponto de vista organizacional e relativa à colaboração entre os intervenientes no processo construtivo.

b) COMUNICAÇÃO

O engenheiro Rui Furtado no primeiro número da revista *Cadernos d'Obra* (Furtado, E.R., 2009), especifica de forma eficaz a origem e a necessidade atual de uma comunicação aberta preconizada pelo IPD, entre os vários intervenientes de um processo construtivo.

Os melhores resultados só se atingem quando se criam as condições para que a arte, ciência e a Técnica se conjuguem e possam convergir com vista a obtenção de um resultado comum. Na antiguidade, cabia a uma única pessoa o domínio e a aplicação destas três grandes áreas do conhecimento como Miguel Ângelo ou Brunelleschi que eram arquitetos, engenheiros e construtores. Com a automatização das áreas do conhecimento e a consequente especialização, o saber acabou ficando disseminado por um conjunto de pessoas, o que veio dificultar a sua conjugação e convergência.

Hoje em dia, fruto da velocidade e profundidade da investigação, procurar a excelência em cada uma das componentes do edifício exige a presença de especialistas de todas as áreas o que dificulta ainda mais a tarefa. Um trabalho de equipa e a participação harmoniosa de todos são exigidos, na certeza de que cada um isoladamente não conduzirá ao melhor resultado.

Teoricamente deixaram-se pelo caminho muitos dos complexos “profissionais” e um ambiente torna natural que engenheiros façam sugestões arquitetónicas sem receio e que os arquitetos se interessem pelas soluções de engenharia, do ponto de vista técnico. A criação desse clima de confiança e comunicação busca a convergência entre a Arte, Ciência e Técnica.

c) INTEROPERABILIDADE

Uma visão simplificada sobre a interoperabilidade que consiste na capacidade de um sistema comunicar de forma fácil e transparente com outro sistema no âmbito do projeto integrado é visível na figura seguinte (Fig.14).

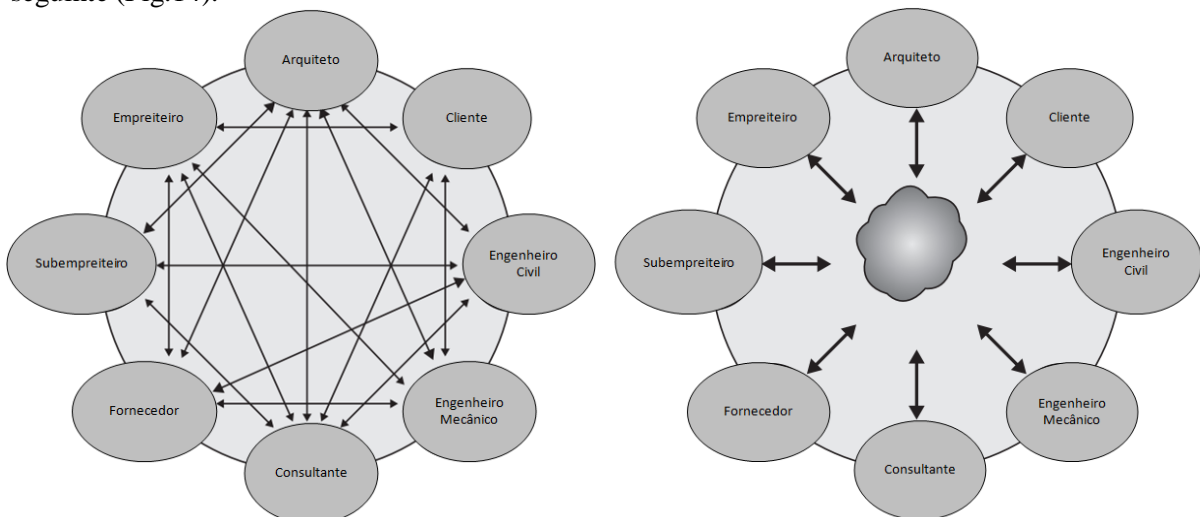


Fig.14 – Visão da interoperabilidade – adaptado de (Tardif, D.K.S.e.M., 2009)

Um estudo de 2004 da *National Institute of Standards and Technology* (NIST) dos E.U.A, demonstrou que a falta de interoperabilidade custa à indústria de construção civil 16 mil milhões de dólares anuais (Autodesk, 2008). A principal diferença num processo integrado reside na sua troca informacional entre os diferentes membros da equipa criando um produto que representa a visão e o conhecimento de todos.

d) OBJETIVOS

Os objetivos do IPD são (Architects, T.A.I.o., 2007):

- Os processos são impulsionados para obter resultados e as decisões não são tomadas apenas relativamente ao custo;
- Todas as comunicações através do processo são claras, concisas, abertas, transparentes e de confiança;
- Os projetistas percebem totalmente as ramificações das suas decisões no momento em que são efetuadas essas decisões;
- Os riscos e os benefícios são baseados no valor introduzido pelos intervenientes e são adequadamente equilibrados durante a vida útil do projeto;
- A indústria produz construções de qualidade superior e num ambiente sustentável.

A próxima tabela demonstra a análise do projeto integrado face aos critérios estudados.

Tabela 5 – Análise da metodologia Projeto Integrado – adaptado de (Hardin, B., 2009)

Projeto Integrado
Pré-construção
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Total integração e colaboração do cliente, empreiteiros, arquiteto e outros membros importantes ▪ As novas ferramentas de modelos digitais de construção são perfeitamente adequadas nesta metodologia, nomeadamente BIM
Capacidade de comunicação e colaboração
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uma falha fundamental nas outras metodologias era o binómio valor introduzido vs. custo do projeto, pois na maioria dos casos a equipa projetista recebe uma percentagem do custo total do projeto. Os resultados são: <ul style="list-style-type: none"> - Não há incentivo da equipa pois não há compensação adicional de recursos para haver uma boa colaboração - Se os honorários dos profissionais são baseados numa percentagem do projeto, estes honorários podem baixar consoante o aperfeiçoamento do projeto ▪ O IPD promove a partilha dos riscos e dos benefícios do projeto pelos membros através de objetivos gerais, as compensações podem subir ou diminuir dependendo dos resultados, produzindo dessa forma intensa colaboração e comunicação entre toda a equipa ▪ Utilização e análise de todo o conhecimento obtido por parte de todos os intervenientes, desde o início da conceção para eliminar futuros problemas na obra, reduzindo de forma significativa os futuros custos devidos a mudanças
Pedidos de informação
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A vantagem neste processo reside na passagem do principal foco do projeto na partilha de informação, deixando deste modo de ser o ponto de litígio entre projetistas e empreiteiros

3.2.3 PROJETO INTEGRADO E AS PRÁTICAS LEAN

A redução dos materiais tornou-se popular para diminuir os custos associados à criação de aterros. Uma estimativa demonstrou que existem, aproximadamente, 136 milhões de toneladas de resíduos relacionados com a construção e demolição (RCD) nos Estados Unidos de América (Agency, U.S.E.P., 1997) e que 37% dos materiais usados na construção acabam como resíduo (Committee, A.o.A.P.D., 2002). A redução desses valores pode ser realizada com uma gestão de materiais mais precisa e uma diminuição de fatores desnecessários de utilização, através do *pensamento lean* aliado aos processos construtivos.

O IPD combina as ideias das práticas integradas com o pensamento das construções *lean*, para tentar resolver muitos dos problemas das construções contemporâneas, como a baixa produtividade, os desperdícios criados, desvios dos prazos, os conflitos gerados e as questões de qualidade.

A associação da *produção lean* com o projeto integrado já está a decorrer. A metodologia de um processo integrado permite adaptar os princípios *lean* controlando e planeando para diminuir ao máximo as variações no fluxo do trabalho. A figura seguinte (Fig.15) representa a comparação entre as várias metodologias a nível colaborativo.

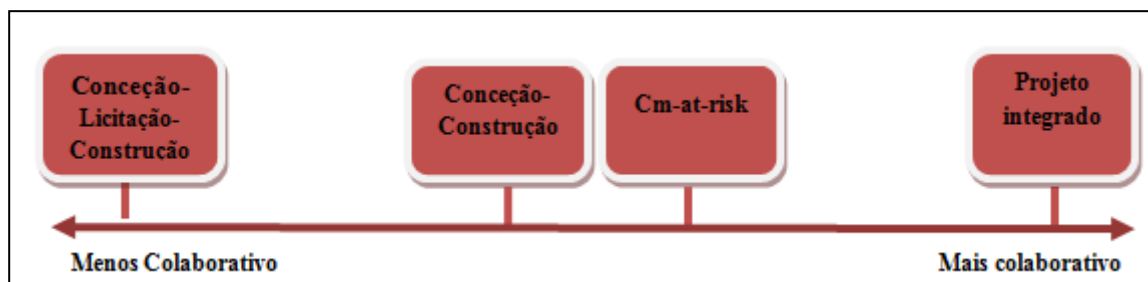


Fig.15 – Esquema de colaboração entre várias metodologias – adaptado de (Building, P.T.B.T., 2012)

O uso do raciocínio *lean* e das novas ferramentas informáticas (BIM) deslocam as metodologias de entrega de projeto para colaborações mais efetivas no grupo de trabalho. O projeto integrado combina os princípios de *produção lean* e aproveita totalmente as capacidades de BIM, representando desse modo, a metodologia mais colaborativa.

As características *lean* associadas ao projeto integrado traduzem-se pelas seguintes características (Doug Parris, T.B., Tom Owens, 2009) e (Institute, L.C., 2010):

- Conceber o processo antes de conceber o projeto;
- O cliente tem que fazer parte integral do processo;
- Constante introdução de valor na conceção do projeto;
- Gestão de materiais eficientes;
- Planear o que se pode construir e não o que deveria ser realizado;
- Realizar virtualmente antes de realizar fisicamente:
 - Eliminar esforços e conflitos redundantes;
 - Otimizar os meios e os métodos;
 - Maximizar a pré-construção;
 - Alcançar a ausência de pedidos de informação.

3.2.4 COMPARAÇÃO ENTRE METODOLOGIAS DE ENTREGA DE PROJETO

A partir das tabelas resumos 2, 3, 4 e 5 referentes às 4 metodologias analisadas, é possível realizar uma tabela resumo comparativa das metodologias, face aos critérios investigados (Tab.6).

Tabela 6 – Resumo das diferenças entre as metodologias

Resumo das diferenças entre as metodologias				
	Conceção-Licitação-Construção	Conceção-Construção	<i>Cm-at-risk</i>	Projeto integrado
Pré-construção	<ul style="list-style-type: none"> Pouca partilha de informação e baixo uso de novas ferramentas informáticas de construção 	<ul style="list-style-type: none"> Uma revisão de projeto fraca Existência de um bom balanço entre os membros é requerida 	<ul style="list-style-type: none"> Integração dos empreiteiros e subempreiteiros na conceção O preço máximo garantido pode representar problemas na qualidade do projeto 	<ul style="list-style-type: none"> Total integração e colaboração de todos os membros Aproveita as novas ferramentas de modelos digitais BIM
Capacidade de comunicação e colaboração	<ul style="list-style-type: none"> Pouca comunicação 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de coordenação entre o empreiteiro e as equipas projetistas Estrutura mais adequada na utilização das novas ferramentas digitais de construção 	<ul style="list-style-type: none"> O cliente é envolvido no processo Boa comunicação e coordenação entre os membros 	<ul style="list-style-type: none"> Partilha dos riscos e dos benefícios do projeto pelos membros, através de objetivos gerais, conduzindo a uma intensa colaboração e comunicação entre toda a equipa
Pedidos de informação	<ul style="list-style-type: none"> Muitos pedidos de informação Ficheiros CAD pouco flexíveis 	<ul style="list-style-type: none"> Aponta para colaboração e precisão 	<ul style="list-style-type: none"> Poucos pedidos de informação Estrutura mais adequada para a utilização das novas ferramentas digitais de construção 	<ul style="list-style-type: none"> Poucos pedidos de informação por ser um dos principais focos de esforço no projeto

Apesar da utilização quase total da metodologia de entrega de projetos dita tradicional, em Portugal, existem outras no mercado. Pelo tempo fornecido para a realização deste trabalho, apenas se concentrou nas metodologias consideradas mais importantes.

O projeto integrado distingue-se dos outros métodos pela total integração de todos os intervenientes na conceção do projeto, de modo a utilizar a experiência e o conhecimento de cada um para adicionar valor ao projeto. A utilização de BIM é considerada e aplicada nas restantes metodologias, mas em IPD é muito recomendada e profundamente aproveitada.

A comunicação e colaboração são fundamentais em qualquer metodologia, porém a partilha de riscos e benefícios existentes no projeto integrado conduz a um nível de colaboração superior entre os membros.

As novas metodologias tendem a reduzir a quantidade de pedidos de informação relativamente à metodologia tradicional. No projeto integrado a diminuição ainda é mais significativa devido ao tremendo esforço e à participação dos construtores na fase de conceção do projeto.

Pela análise da tabela, fica claro que apesar de existirem várias metodologias com os seus próprios benefícios e inconvenientes, o projeto integrado parece destacar-se perante as características analisadas.

3.3 CRIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO INTEGRADO

A criação de um projeto integrado e seu correto funcionamento necessita de um realinhamento dos papéis tradicionais dos membros e dos seus objetivos. Contudo existem muitas perguntas e dúvidas sobre o que tem que ser considerado para efetuar uma mudança para um projeto integrado. Adicionalmente às mudanças de comportamentos necessárias por parte dos intervenientes, outras questões são inevitáveis, como a preocupação relativa aos riscos de cada interveniente originadas pela colaboração acrescida.

3.3.1 CRIAÇÃO E FUNCIONAMENTO DE UMA EQUIPA INTEGRADA

A equipa de projeto representa o núcleo do IPD com os objetivos comuns de conceber e desenvolver um projeto adequado. Contrariamente ao projeto convencional, a metodologia do projeto integrado requer que os membros trabalhem em conjunto nos momentos mais difíceis do projeto. Por esse motivo, a composição e a capacidade dos membros da equipa integrada se adaptarem a uma nova forma de trabalho são essenciais. O desenvolvimento da criação e do modo de funcionamento de uma equipa integrada foi adaptado do guia sobre *Integrated Project Delivery* da AIA (Architects, T.A.I.o., 2007):

- Formação da equipa para o projeto;
- Tomadas de decisões pela equipa de projetos;
- Building Information Modeling;
- Propriedade, partilha e informação confidencial;
- Compensações;
- Pré-fabricação;
- Afastamentos e designações de membros;
- Resoluções de conflitos;
- Definições de resultados.

a) FORMAÇÃO DA EQUIPA DO PROJETO

Em alguns casos, a equipa de projeto cria-se a partir de conhecimentos pré-existentes originados por trabalhos conjuntos anteriores. Nos outros casos, o cliente pode reunir a equipa do projeto sem considerar possíveis relacionamentos entre os membros. Porém, seja em qual dos dois métodos, os membros são identificados e reunidos desde os primórdios do projeto.

Os processos de seleção típicos na construção e o grau geral de colaboração associados são os seguintes:

- Seleção baseada na qualificação - mais colaborativo;

- Mais vantajoso: Propostas de honorários - ajuda na colaboração;
- Mais vantajoso: Propostas fixas de honorários - pouco colaborativo;
- Oferta mais baixa – pouco colaborativo.

Infelizmente, a seleção das equipas na atualidade é frequentemente pela proposta mais baixa devido à excessiva atenção ao preço, desprezando tudo o resto. As duas primeiras escolhas favorecem escolhas mais cedo das equipas e são fundamentais para um método de entrega IPD.

Na maioria das equipas de projeto existem duas categorias de participantes: os participantes primários e os participantes secundários de apoio. Os participantes primários são aqueles que apresentam um envolvimento substancial e responsabilidades durante toda a duração do projeto, sendo frequentemente o cliente, o arquiteto e o empreiteiro. Os participantes secundários de apoio num projeto IPD têm um papel vital e estão ligados contratualmente pelo menos com um dos participantes primários, todavia desempenham um papel mais discreto que os participantes primários. Num projeto tradicional, são os consultores de conceção e os subempreiteiros que geralmente fazem parte dessa categoria.

Nem todos os projetos integrados apresentam os mesmos intervenientes nas duas categorias descritas, pois variam conforme os projetos. Por exemplo, na construção de uma ponte o engenheiro de estruturas passa da categoria de interveniente secundário de apoio para primário devido ao grau de responsabilidades e ao envolvimento do seu papel no projeto. O estabelecimento da organização do projeto representa um dos aspetos mais importantes sabendo que diferentes estruturas são mais adaptadas para diferentes projetos.

A equipa tem que ser formada por um núcleo colaborativo, com uma boa dinâmica de equipa, comunicação, confiança e compromisso perante as necessidades do projeto. A partir do momento que a equipa se encontra devidamente formada, uma atmosfera adequada de comunicação e de colaboração necessita de ser criada.

b) TOMADAS DE DECISÕES PELA EQUIPA

O sucesso do projeto integrado depende dos métodos e dos processos das tomadas de decisões dos quais os membros das equipas aceitam e concordam, sendo que num correto projeto integrado, a responsabilidade das tomadas de decisões não recai apenas num único membro. Preferencialmente as deliberações têm que ser realizadas por um núcleo de pessoas sendo que todas as decisões são tomadas conforme o interesse do projeto.

A composição desse órgão de decisão varia conforme o projeto, porém é costume ser composto pelos participantes primários e por vezes por participantes secundários de apoio, trabalhando de forma colaborativa, refletindo os vários compromissos entre os intervenientes.

c) BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

BIM são ferramentas informáticas, não são uma metodologia de entrega de projetos, é importante referir esse aspeto. O IPD trabalha conjuntamente com BIM para potenciar as capacidades das ferramentas e consequentemente as suas. Plataformas de comunicação são essenciais para a integração de BIM no processo e alimentar a interoperabilidade.

A escolha do nível de detalhe, as tolerâncias requeridas e os objetivos do modelo, como por exemplo se o modelo efetuará a análise de custos, são decididos e acordados por um contrato. Adicionalmente, os métodos de hospedar, gerir e arquivar o modelo são determinados. Todas as decisões são documentadas de modo a serem visíveis para qualquer participante que utilizará o modelo.

Pela importância que as ferramentas apresentam na metodologia, maior ênfase é dada posteriormente no presente trabalho.

d) PROPRIEDADE, PARTILHA E INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL

Os compromissos de confidencialidade pretendem que os membros ganhem a consciência da importância de um uso adequado da informação confidencial. Através de uma escolha criteriosa dos participantes e contratos ajustados, os participantes do IPD alcançam um nível de confiança onde a informação partilhada do projeto seja apenas utilizada para os propósitos do projeto.

Para que seja mais fácil a partilha informativa todos os membros devem tomar em consideração os elementos seguintes:

- A necessidade da salvaguarda dos direitos das propriedades do conhecimento;
- Confidencialidade;
- O legítimo interesse de todos os participantes.

e) COMPENSAÇÕES

Na perspetiva da colaboração e da integração, a metodologia de entrega convencional sofre devido ao sucesso financeiro dos participantes não estar necessariamente associado ao projeto. Infelizmente devido à natureza humana, os participantes não irão trabalhar ao máximo para preservar os seus interesses económicos.

Métodos de compensações que ligam o sucesso dos participantes ao sucesso global do projeto são ferramentas muito eficazes para unir o sucesso individual e o sucesso global do projeto. Precisamente por esse motivo, os instintos dos membros da equipa integrada para proteger e melhorar os seus interesses financeiros resultam num comportamento que beneficia o projeto.

f) PRÉ-FABRICAÇÃO

A equipa deverá ser capaz de estabelecer quais os elementos e as tarefas que necessitam de estar estandardizados e quais os elementos são adequados para a pré-fabricação. No projeto integrado há uma preocupação acrescida no trabalho fora do estaleiro o que se traduz no aumento de qualidade. A sua maior viabilidade e qualidade conduzem numa maior confiança na sua utilização. A imagem seguinte (Fig.16) pretende demonstrar a evolução pretendida.

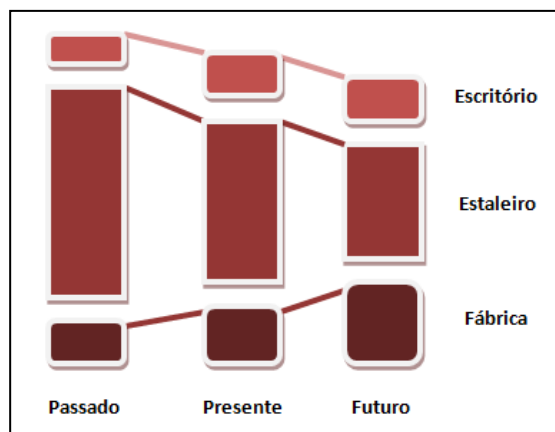


Fig.16 - Aumento da utilização de pré-fabricação – adaptado de (Sousa, H.d., 2006)

g) AFASTAMENTO E DESIGNAÇÕES DE NOVOS MEMBROS

Como em qualquer projeto, a perda de um participante representa um problema, mas num projeto integrado essa perda é exacerbada pela importância dos membros do projeto para o sucesso do projeto.

Quando existe o afastamento de um membro da equipa, existe a seleção de potenciais novos participantes selecionados com os mesmos critérios que os originais, existindo uma extensiva transição para que o processo continua eficazmente. Contudo, pode existir uma sensação para o novo interveniente de ser “intruso” da equipa original por não ter sido escolhido inicialmente. Algumas decisões podem ser acordadas para haver consequências para os intervenientes que deixem o projeto sem esse estar terminado.

h) RESOLUÇÕES DE CONFLITOS

Do resultado do tipo de relacionamento e da implementação da metodologia de decisão no processo, a maioria dos conflitos entre os membros da equipa são evitados, todavia não implica que não possam surgir.

Se um conflito aparecer num projeto convencional, frequentemente o recurso utilizado pelos membros é a apresentação de queixas, manifestando-se numa perda imediata de confiança entre os participantes. Para preservar tanto a equipa como o projeto no IPD, as disputas são resolvidas internamente pelo órgão de decisão com o objetivo dos melhores interesses para o projeto. No caso em que a resolução interna falhar, os acordos dos participantes preveem a resolução externa seguindo as linhas tradicionais da resolução de litígios.

A resolução de disputas demonstra uma grande diferença entre a metodologia de projeto integrado e a metodologia tradicional, sendo a última sobre a criação de limites. Na metodologia convencional a construção do contrato define claramente as responsabilidades e as consequências de insucesso de cada participante. Por outro lado, na abordagem IPD o foco consiste nos relacionamentos necessários para o término do projeto eficazmente.

3.3.2 MÉTRICAS NO PROJETO INTEGRADO

O plano de projeto numa metodologia integrada inclui métricas de valores no projeto e relatórios para monitorizar o progresso de um projeto. As métricas incluem o desempenho geral do projeto, bem como as tradicionais análises de custos, programação e trabalhos. Essas métricas podem também encontrarem-se relacionadas com os incentivos financeiros dos participantes.

Embora a equipa possa apresentar alternativas e aconselhar o dono da obra, será ele que determina o que deseja que seja alcançado. Sendo necessário que todos os intervenientes se sintam confortáveis com os acordos apresentados, pois irão estar ligados com a estrutura de compensações e com os potenciais *bónus*.

a) ORÇAMENTO

A estimativa do custo global é um dos critérios principais do projeto e a sua monitorização durante a vida do projeto e da obra é primordial. A capacidade de uma conexão direta entre o modelo do projeto e a gestão dos materiais através de todas as fases perfaz uma ferramenta poderosa para determinar e gerir os custos do projeto. Apresentando uma oportunidade na conceção do projeto para a equipa confirmar se o projeto pode ou não ser construído relativamente ao orçamento e a satisfação do cliente.

Ao contrário do processo tradicional onde existe a conceção do projeto, orçamentação e depois a realização das mudanças no projeto ser um processo iterativo, no IPD utiliza-se a informação imediata disponibilizada pelo modelo. Promovendo desse modo uma conceção relativa a uma estimativa detalhada ao invés de estimar a partir de um projeto detalhado.

Como a avaliação do custo global é realizada num processo colaborativo, algumas questões devem ser consideradas. Cada participante do projeto apresenta um interesse pessoal sobre qual o valor dos custos dos trabalhos pretendidos. Os clientes tendem a baixar os preços, enquanto os projetistas e os construtores procuram valores de orçamentos maiores. Esses conflitos são dirigidos através de uma cuidadosa seleção dos participantes, tabelas de preços e consultores independentes apropriados.

b) QUALIDADE

As novas tecnologias avaliáveis para os membros das equipas do projeto integrado, incluindo BIM, providencia a oportunidade de reduzir erros dentro dos documentos de conceção. A medição da qualidade é baseada em critérios apropriados ao tipo de projeto e é comparada a projetos anteriores de natureza similares. Com o aumento de mais projetos IPD utilizados na indústria, os padrões de qualidade podem subir.

c) DESEMPENHO

O estabelecimento dos critérios de desempenho é realizado durante a conceção do projeto e é aperfeiçoada com a realização da obra. Ainda existe a possibilidade de haver métricas de desempenho no término de obra e a sua monitorização depois da sua entrega.

d) SUSTENTABILIDADE

A área da sustentabilidade necessita de ser aprimorada com objetivos mais “agressivos” nesse domínio. Os critérios de classificação como Green Globes e LEED podem ser alinhados com objetivos globais e monitorizados, durante a obra e mesmo, após o término da obra.

3.3.3 FUNÇÕES DOS PRINCIPAIS PARTICIPANTES

O IPD procura quebrar as barreiras existentes com os participantes, focados em alcançar os objetivos partilhados, contudo não significa que não haja trabalhos separados entre os vários membros em que sejam eles os principais responsáveis. Os projetistas continuam a ser os principais responsáveis pela conceção do projeto e os empreiteiros pela sua construção, até porque não significa que todos os membros estejam presente em mesmo número em todas as fases das atividades. A equipa de projeto assegura que as tarefas e as responsabilidades individuais sejam claramente definidas o mais cedo possível.

a) PROJETISTAS

A metodologia de projeto integrado baseia-se numa extensiva e cuidadosa conceção do projeto que incorpora o envolvimento de outros membros, como empreiteiros. Os projetistas são exigidos para realizar certos trabalhos mais cedo que num processo convencional. O resultado do aumento do esforço dado à conceção encontra-se, como é óbvio, num aumento diretamente proporcional ao volume de trabalho exigido aos projetistas.

As frequentes interações com os outros membros durante a conceção, de modo a obter a avaliação e a informação providenciada por eles, resultam numa responsabilidade adicional com o esforço de seguir a natureza e o conteúdo da informação adicionada.

b) EMPREITEIROS

A natureza do âmbito de trabalho dos empreiteiros num projeto integrado sofre muitas alterações pelo seu envolvimento inicial na conceção do projeto dentro da equipa. Especificadamente, o papel do empreiteiro aumenta significativamente nas etapas iniciais, onde providencia novos serviços como a programação dos trabalhos, estimativas de custos, avaliação de sistemas, revisão construtiva e outros. Enquanto pode existir a realização dessas funções num projeto convencional, num projeto integrado essas tarefas são adiantadas.

c) CLIENTE

No IPD, o cliente apresenta um papel mais ativo na avaliação e na influência das opções na conceção, participa no estabelecimento dos critérios do projeto mais cedo que num projeto tradicional. Como representa um membro do órgão de decisão, o cliente será envolvido e requerido frequentemente com o intuito do contínuo eficiente do projeto.

d) DEVERES

Devido à incorporação de vários membros e à “mistura” dos papéis dos protagonistas, questões relativas à responsabilidade dos trabalhos podem ser mais complicadas. Acordos específicos e compreensíveis devem ser produzidos para esse efeito num projeto integrado, onde existe de forma clara os âmbitos de funções individuais.

Frequentemente, os acordos distribuem os riscos do não desempenho através de todos os participantes, dessa forma, um projetista pode diretamente comportar alguns riscos pelo trabalho dos construtores e vice-versa. Essas questões são discutidas aquando da formação da equipa e nos acordos realizados, negociando o nível de risco a qual cada um se encontra confortável.

3.3.4 CONSIDERAÇÕES LEGAIS

a) CONTRATOS

Modificar os contratos existentes devido à integração e à colaboração entre os membros pode representar um desafio exigente. As negociações e a realização dos acordos comparativamente às metodologias tradicionais podem aumentar o custo da realização dessas tarefas. Porém já existem contratos que permitem negociar e implementar um projeto integrado. Devido à inclusão dos incentivos e das ligações existentes, os contratos no projeto integrado podem ser mais complexos que os do projeto tradicional. Uma cuidadosa elaboração dos contratos, uma clara definição das metas a alcançar para os incentivos minimizará a possibilidade de ocorrência de conflitos.

O relacionamento estrutural do IPD é um modelo de partilha de benefício/risco. A diminuição de custos para a realização dos contratos pode ser também alcançada através do menor envolvimento de advogados e de processos legais, isso tudo alcançado pelas correções dos problemas de forma cooperativa. A intenção dos contratos não é de apontar o responsável se algo correr mal no projeto mas preferencialmente definir tarefas, responsabilidades e direitos no começo do projeto.

A AIA disponibiliza três níveis de contratos relativos à metodologia IPD. Os primeiros são os contratos de transição e oferecem um primeiro passo confortável para à passagem para uma metodologia de projeto integrado. O segundo nível refere-se aos contratos globais, consiste num único contrato entre os participantes primários para a conceção e construção. Por último existem as SPE, entidade com objetivo único, criando uma entidade limitada apenas para o propósito do projeto em questão (Architects, T.A.I.O., 2008). O **anexo A** apresenta a definição e a apresentação dos contratos.

Segundo a AIA “*Esses contratos permitem uma completa partilha de risco e de benefícios. Com esses acordos, clientes, arquitetos e os gestores de obras trabalham todos desde o início para levar o projeto com objetivos e custos mútuos*”.

b) SEGUROS

Pelas mudanças nas metodologias de trabalho, cabe à indústria de seguros o desenvolvimento de termos específicos de alocação de riscos para os membros das equipas integradas, para se adaptar aos

novos relacionamentos. Novas abordagens são exigidas devido ao tipo de partilha de risco em IPD, a abordagem tradicional opera numa filosofia errada onde o risco segue as atividades, por isso quando mais atividades um participante realizar mais sujeito se encontra a riscos legais.

c) RESPONSABILIDADES E RISCOS

Devido aos intervenientes do projeto serem, como no processo tradicional, responsáveis pelos seus trabalhos, uma aproximação IPD não deve alterar os requisitos tradicionais de respeito e licenças de trabalho. A colaboração entre empreiteiros e os projetistas não significa uma junção das suas disciplinas mas um projetista pode por exemplo, suportar algum risco dos erros da construção. A gestão dos riscos tem que ser planeada eficientemente com seguros apropriados, relacionamentos legais adequados e criação de contratos apropriados.

3.3.5 ESQUEMA RESUMO DE UM PROCESSO IPD

Um esquema resumo simplista (Fig.17) foi apresentado pela *Lean Construction Institute* relativo aos passos necessários para criar e implementar uma metodologia IPD.

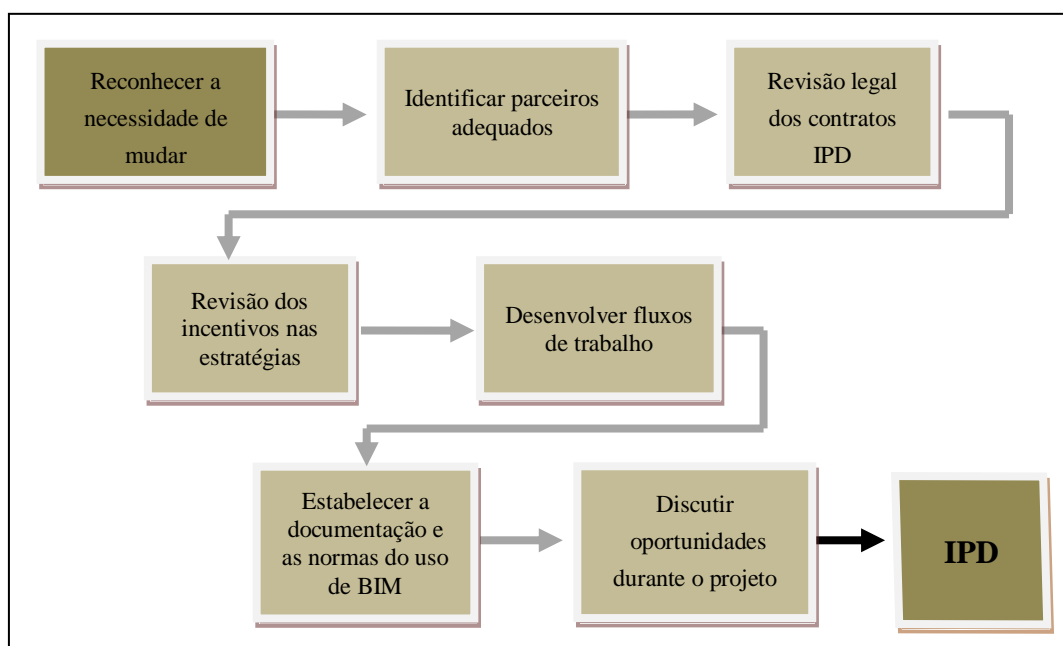


Fig. 17 - Esquema resumo dos passos da implementação de uma metodologia IPD - adaptado de (Institute, L.C., 2010)

De notar que o primeiro passo reside na necessidade de mudar, este aspeto representa o fator principal na passagem para outra metodologia de entrega de projetos. A consciencialização das várias falhas dos processos atuais poderá conduzir a esse ponto.

3.4 TIPOS DE PROJETO INTEGRADO

Nem todos os projetos permitem a aplicação de todos os princípios de uma metodologia projeto integrado. Os princípios podem ser agrupados em duas categorias:

- Princípios contratuais;
 - Inovação;
 - Riscos e benefícios partilhados conforme o resultado do projeto;
 - Responsabilidades conjuntas entre os membros;
 - Transparência fiscal entre membros,
 - Envolvimento inicial dos membros;
 - Conceção intensificada;
 - Desenvolvimento dos critérios e objetivos em consenso;
 - Decisões colaborativas.
- Princípios comportamentais;
 - Respeito mútuo;
 - Vontade de colaborar;
 - Comunicação aberta.

Ainda havendo a presença de chamados catalisadores, que melhoram grandemente o processo, sendo:

- Contrato global;
- BIM;
- *Construção lean*;
- Trabalho em localização conjunta.

Na construção existe vários graus de colaboração possíveis (Fig.18) e consequentemente vários níveis de projeto integrado, o cliente conduz qual grau pretende nos seus projetos através do processo contratual (NASFA, C., APPA, AGC AIA, 2010).

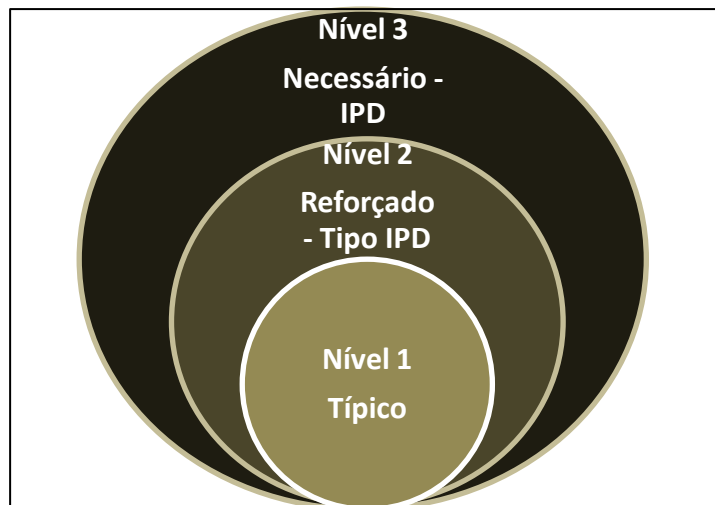


Fig.18 - Níveis de colaboração possíveis em projetos integrados - adaptado de (Cholakis, P., 2011)

Os 3 níveis apresentam o espectro tipo dos graus de colaboração existentes consoante princípios legais, limitações e barreiras culturais. Também é apresentado as metodologias de entrega de projetos associadas aos vários níveis de colaboração:

1. **Típico** – Colaboração obtida sem contrato específico;
 - Conceção-Licitação-Construção;
 - Conceção-Construção;
 - *Cm-at-Risk*.

2. **Reforçado** – Alguns requisitos contratuais de colaboração;
 - Conceção-Construção;
 - *Cm-at-Risk*.
3. **Necessário** – Colaboração com obrigatoriedade contratual entre os intervenientes;
 - Projeto integrado.

A repetição das metodologias no nível 1 e 2 corresponde ao grau de colaboração existente, como pode variar drasticamente entre projetos as metodologias podem situar-se nos dois níveis. Baseado nos níveis apresentados existe uma divisão do IPD segundo 2 áreas:



- Projeto integrado como filosofia– correspondente ao nível 1 e 2;
- Projeto integrado como metodologia de entrega de projeto – associado ao nível 3;

Apesar do IPD como método de entrega ser a melhor alternativa para aqueles que sejam aptos para um contrato global, para quem não esteja preparado para tomar esse passo, podem mesmo assim aplicar alguns princípios para melhorar os seus métodos de colaboração.

Muita gente sabe e reconhece os benefícios da colaboração e de uma boa comunicação numa equipa de trabalho. Daí o nível 1 é onde se encontra a metodologia existente porque, como é óbvio, a colaboração nos processos já é usada mas num ambiente muito limitado e desadequado devido aos tipos de contrato, silos de informação e falta de incentivos para colaborar.

Quer se trata do projeto integrado como filosofia ou como metodologia de entrega de projeto, existem princípios fundamentais que podem ser usados em qualquer projeto, a implementação de todos eles é que define um verdadeiro projeto integrado (Tab.7).

Tabela 7 – Princípios do projeto integrado associado aos vários tipos de colaboração - Adaptado de (NASFA, C., APPA, AGC AIA, 2010)

Todos: Nível 3 	▪ Partilho de risco/benefício		Alguns: Nível 1 Todos: Nível 2
	▪ Envolvimento inicial dos membros		
	▪ Contrato global		
	▪ Decisões obtidas de forma colaborativa		
	▪ Responsabilidades partilhadas		
	▪ Objetivos comuns		
	▪ Respeito mútuo e confiança entre membros		
	▪ Inovação		
	▪ Conceção aprimorada		
	▪ Comunicação aberta		
	▪ BIM utilizado por todos e a partir de todos		
	▪ Princípio, <i>construção e produção lean</i>		
	▪ Transparência financeira		
	▪ Equipa trabalhando no mesmo local (<i>big room</i>)		

Diferença do nível 2 para o nível 1:

- A equipa projetista e os construtores têm incentivos para desempenho e partilha de risco;
- A equipa é incentivada para produtividade;

Benefícios na passagem para o nível 2:

O nível 2 já provou ter mais sucesso que o nível 1. Por ser mais colaborativo há economias, diminuição da duração de atividades, mais eficiência nas modificações, foco nas soluções e objetivos comuns. Esse nível não é tão eficaz como o nível 3 mas é muito melhor que o processo tradicional.

Diferença do nível 3 para o nível 2:

O nível 3 do IPD consiste na assinatura de um contrato por parte do cliente, empreiteiro e equipa projetista de modo a estarem todos num mesmo “alinhamento”. A diferença do processo tradicional reside nesse contrato que define comportamentos, colaborações intensas e atitudes positivas para o projeto.

Benefícios na passagem para o nível 3:

O nível 3 insere os princípios *lean* e o uso total das novas ferramentas BIM de modo a melhorar a eficiência dos processos construtivos. A grande diferença do nível 2 para o nível 3 é que o projeto eleva o relacionamento devido às obrigações contratuais. Por outro lado, existe um aumento de riscos na adaptação para o nível 3:

- Experimentar algo novo;
- Todos os problemas associados são ainda desconhecidos;
- Construir sem preço máximo garantido;
- Desistir do comando e controlo;
- Os clientes estão a correr mais riscos;

Para contrariar esses problemas é necessário que todos os membros estejam de acordo inicialmente, de modo a proporcionar uma rápida resolução dos problemas e que os conflitos sejam evitados para existir mais prazer em trabalhar.

Para passar do nível 1 para uma metodologia de nível 3 de IPD, a existência de mudanças nas mentalidades dos portugueses têm que ser efetuadas:

- Tem que existir uma cultura de confiança;
- Uma vontade de mudar, com motivação as mudanças acontecem;
- De qualquer forma a mudança está a chegar, os estudos demonstram que as alternativas ao método de entrega convencional são mais rápidos, seguros, menos custosos e apresentam mais qualidade. Daí mais tarde ou mais cedo a mudança irá acontecer.

Tabela 8 – Tabela resumo dos níveis de colaboração em projetos integrados – adaptado de (NASFA, C., APPA, AGC AIA, 2010)

	Nível 1 de colaboração "Típico"	Nível 2 de colaboração "Reforçado"	Nível 3 de colaboração "Requerido"
Nível de colaboração	Baixo ←————→ Alto		
Género de IPD	IPD como filosofia	IPD como filosofia	IPD como metodologia de entrega
Conhecido como	\	Tipo IPD	Puro IPD Verdadeiro IPD
Metodologias associadas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conceção-Licitação-Construção ▪ Conceção-Construção ▪ <i>Cm-at-Risk</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conceção-Construção ▪ <i>Cm-at-Risk</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Integrated Project Delivery</i>
Tipo de seleção de processo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seleção dos membros da equipa realizado por prévia qualificação ▪ Proposta mais vantajosa 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seleção dos membros da equipa realizado por prévia qualificação 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seleção dos membros da equipa realizado por prévia qualificação
Natureza dos acordos	Transacionais	Transacionais	Relacionais
Características chaves	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sem contrato específico necessitando colaboração ▪ Partilha de risco muito reduzida ▪ Nas metodologias <i>Cm-at-Risk</i> e <i>Conceção-Construção</i> a partilha é nos benefícios 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Os contratos já necessitam colaboração ▪ Alguma partilha de risco nas equipas ▪ Equipas trabalham no mesmo local 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contrato global entre intervenientes ▪ Partilha de risco e benefício ▪ Decisões em equipa ▪ Limites nos conflitos ▪ Equipas trabalham no mesmo local

3.5 UTILIZAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE PROJETO INTEGRADO

Como em qualquer outra metodologia, o IPD apresenta as suas vantagens como os seus inconvenientes, os pontos seguintes irão focar alguns aspetos relevantes.

3.5.1 BENEFÍCIOS DO PROJETO INTEGRADO

A implementação de um projeto integrado num processo construtivo apresenta muitas vantagens relativas aos vários intervenientes, aos processos, à comunicações entre outros.

a) INTERVENIENTES

Como foi visto anteriormente, o cliente apresenta um papel fulcral no projeto integrado. A sua intervenção no seio do processo conduz a várias vantagens para ele (Tab.9). O dono de obra, a entidade responsável pela encomenda das operações e pelo cumprimento do respetivo contrato de adjudicação representa, por regra, o cliente. O dono de obra também pode beneficiar com o IPD, como se verifica na tabela seguinte.

Tabela 9 – Benefícios do projeto integrado para o dono de obra e o cliente –
Adaptado de (Mossman, A., 2008)

Dono de obra	Cliente
▪ Maximizar rendimentos	▪ Facilidade de entender as opções tomadas
▪ Diminuição dos desperdícios	▪ Melhoramento da qualidade do produto
▪ Diminuição do tempo para comercializar	▪ Maior potencial de construção com custos mais baixos
▪ Maior previsibilidade	▪ Redução dos custos energéticos
▪ Entendimento claro dos objetivos	▪ Possivelmente mais rápido
▪ Processo transparente	

Mesmo numa metodologia de projeto integrado, os projetistas serão sempre aqueles que efetuarão a maioria do trabalho para a conceção do projeto. Sendo que esse tipo de entrega de projetos existe um esforço acrescido à realização do projeto, vários benefícios são originados para os projetistas (Tab.10).

Tabela 10 – Benefícios do projeto integrado para os projetistas –
Adaptado de (Mossman, A., 2008)

Projetistas
▪ Orçamento mais preciso para decisões mais adequadas para o projeto
▪ Resolução nas fases do projeto de questões relativas à construção
▪ Menos reformatação e menos pedidos de informação
▪ Gestão dos relacionamentos e dos compromissos, substituindo o conflito com trabalho de equipa
▪ Facilidade em criar edifícios sustentáveis
▪ Partilha de benefícios (com risco)
▪ Mais eficiência e eficácia na conceção

As mudanças organizacionais do projeto integrado e a inserção dos empreiteiros no processo podem alterar temas como a programação e a pormenorização de forma significativas. Estudos realizados mostram que projetos usando o processo integrado apresentam uma probabilidade muito menor de fugir às durações previstas, apenas 10% dos casos apresentam um aumento da programação (Ostanik, M., 2010). Quanto ao nível de detalhe, como existe um aumento de importância e de esforço no projeto as peças desenhadas apresentam uma minuciosidade superior. A seguinte Tabela demonstra as principais vantagens do IPD na ótica do empreiteiro.

Tabela 11 – Benefícios do projeto integrado para o empreiteiro –
Adaptado de (Mossman, A., 2008)

Empreiteiro
▪ Menos conflitos com as equipas de trabalho
▪ Materiais superiores devido a mais pré-fabricação
▪ Menos risco
▪ Objetivos comuns
▪ Utilização de múltiplo conhecimento e experiência
▪ Menos custos em modificações
▪ Melhoria de relacionamentos
▪ Economia na operação e manutenção
▪ Contratos criativos
▪ Melhor produto

b) SITUAÇÃO PORTUGUESA

Segundo dados fornecidos pelo INE, o Instituto Nacional de Estatísticas, relativos a 2008, existem cerca de 350.000 PME (Pequenas e Médias Empresas) em Portugal. Essas empresas originam um volume de negócio de 201,7 mil milhões de euros e representam 99,7% do tecido empresarial português, sendo que 14% desse relativo à construção (Estatísticas, I.N.d., 2008).

Os projetos integrados estão bem adaptados para se inserir nas PME devido as suas principais características, como a sua objetividade e criação de conhecimento, ou seja, difusão efetiva de conhecimento nos processos a partir dos vários intervenientes (Commission, F.I.T.F.E., 2003).

c) TABELA RESUMO

Tabela 12 – Resumo dos principais benefícios do projeto integrado na conceção do projeto

Projeto Integrado	
Vantagens no projeto	▪ Definição antecipada dos objetivos principais
	▪ Melhores escolhas devido a um processo de decisão claro
	▪ Rigor e cuidado com os pormenores
	▪ Maior flexibilidade na resposta a mudanças de mercado
	▪ Otimização da eficiência
	▪ O conhecimento e experiência individual são realçados para o bem coletivo
	▪ Entendimento de todos devido à integração dos membros no projeto
	▪ A integração aumenta a confiança de todos por fazer parte de uma equipa
	▪ A gestão é previsível e controlada
	▪ Adequado à situação empresarial portuguesa
	▪ Os clientes fazem as suas opções não apenas baseados no aspeto visual das propostas
	▪ Transparência nas decisões minimiza as tensões e os conflitos

3.5.2 DESAFIOS NA PASSAGEM PARA UM PROJETO INTEGRADO

Não existe apenas benefícios no projeto integrado, pois as relações obrigatórias entre os vários membros das equipas nem sempre são fáceis, cada interveniente procura aumentar a sua influência protegendo a sua atividade em detrimento dos seus parceiros. O processo requer algum tempo de adaptação e as reuniões periódicas são difíceis de organizar pelas agendas incompatíveis dos vários intervenientes.

As regras quanto à proteção da disseminação e uso do conhecimento são complicadas. Porém foi simplificado e uma maior flexibilidade para os participantes foi garantida com o uso das seguintes pontas (Commission, F.I.T.F.E., 2003):

- As regras são idênticas para todos;
- As regras concentram todos os princípios e provisões consideradas necessárias;
- Os participantes podem definir acordos que melhor se enquadram com o tipo de contrato do modelo.

Os contratos de preço máximo garantido não são adequados para IPD e os clientes ficam mais cépticos em relação ao método e esperam que a metodologia evolui para ver as suas capacidades. Outro aspeto recorrente, consiste na ausência da fase de licitação, questionando-se sobre o facto de não ser prejudicial para o cliente não existir várias propostas para a execução.

A mudança para novas práticas é sempre custosa, quando se fala em metodologias de entrega de projetos a situação ainda piora. A curva de aprendizagem para a abordagem dos novos processos pode ser complicada de estabelecer. A tabela seguinte apresenta o resumo dos obstáculos à passagem para IPD.

Tabela 13 – Obstáculos na passagem para um projeto integrado

Projeto Integrado	
Obstáculos	▪ Necessidade da realização de alguns projetos para entender a metodologia
	▪ Agendas complicadas no comparecimento dos intervenientes
	▪ Possível falta de melhor proposta devido ao processo contratual
	▪ O inadequado desempenho do edifício é identificado no processo integrado mas a responsabilidade é difícil de avaliar devido ao número de participantes e das constantes trocas informativas
	▪ Existência de novos protocolos para controlo da informação

3.6 MODELOS DIGITAIS PARA CONSTRUÇÃO - BIM

Muito dos esforços da implementação de novas metodologias de entrega de projetos acabavam por não ter sucesso devido à falta de ferramentas avançadas que suportassem as características do método. Ora, o aparecimento de novas ferramentas tecnológicas, nomeadamente as ferramentas *Building Information Modeling* (BIM) podem ajudar na mudança. “*BIM torna a informação do projeto tão clara que a adição de informação é imediatamente visível para toda a gente, de modo à equipa utilizar o tempo realizando decisões mais rápidas e com mais confiança*”. (Tardif, D.K.S.e.M., 2009) .

De notar que BIM também é descrito como sendo o acrónimo de *Building Information Management* ou outras como BIM(M) de *Building Information Modeling and Management*, sendo que essa última designação tecnicamente seja a mais correta. Outra nova designação que tem surgido é de iBIM, de *integrated BIM*, que representa a associação dos processos integrados à ferramenta o que se enquadra bem no âmbito do presente trabalho. Porém, sendo a utilização da sigla BIM de *Building Information Modeling* a mais corrente, será essa a utilizada.

C. Eastman e os seus colegas na sua obra não poupam elogios às ferramentas referenciando que “ *BIM são uma das tecnologias mais promissoras na indústria da arquitetura, engenharia e construção (AEC)* ” (C. Eastmann, P.T., R. Sackz, K. Liston 2008).

Apesar de existir algumas ineficiências que necessitam de ser apuradas, BIM como tecnologia já apresenta alguns anos de desenvolvimento e funciona, produzindo atualmente resultados positivos por todo o mundo (Jernigan, F., 2009).

3.6.1 DEFINIÇÃO

Os modelos de informação da construção BIM acrescentam as relações, os atributos físicos e funcionais dos elementos expostos, aumentando drasticamente a informação envolvida no projeto. Essa aptidão do conhecimento dos atributos e características dos elementos é denominada de parametrização. BIM pode ser incluído em todo o ciclo de construção de um projeto, incluindo os processos construtivos e o planeamento das instalações operárias como se pode verificar na figura 19.

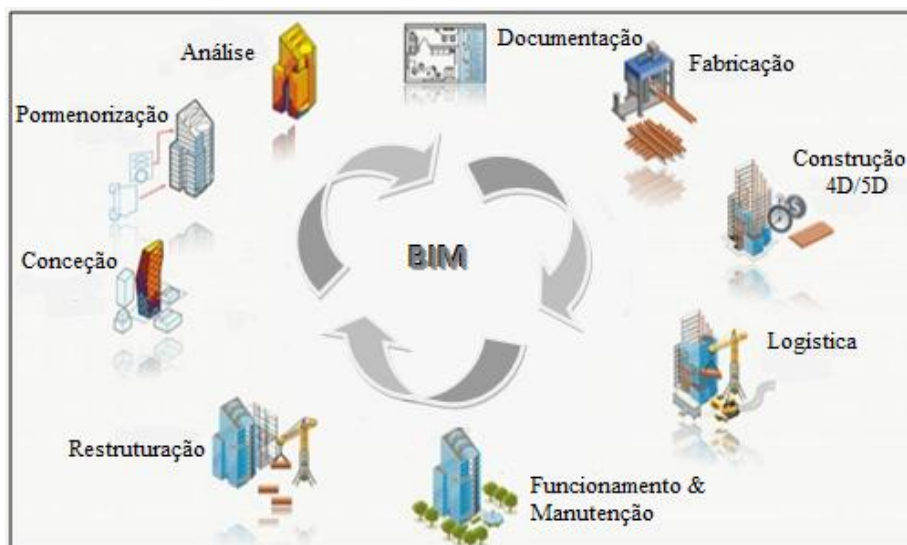


Fig. 19 – Aplicações das ferramentas BIM na construção – adaptado de (world, J., 2010)

De modo simplificado as funções do BIM podem ser divididas em 2 partes (Zhang, Y. and Guangbin, W., 2009) :

- **Ferramenta de modelos:** modelos arquiteturais, esqueleto estrutural, representações dos detalhes mecânicos, elétricos e das canalizações, automatização dos documentos de produção entre outros;
- **Ferramenta de análise:** análise estrutural, análise térmica, deteção de incompatibilidades, planeamento 4D e sequenciação, planeamento e utilização do estaleiro, estimativas de custo, plano de segurança havendo ainda muitas outras possibilidades.

A mudança para a utilização de BIM não é para criar modelos “bonitos” em 3D. A realidade é que a falta de produtividade na indústria de construção devido a coordenação inadequada representa aproximadamente 60 mil milhões de dólares por ano nos Estados Unidos de América (Michael P.Gallaher, A.C.o.C., John I.Dettbarn, Jr., and Lindsa T.Gilday, 2004). A exponencial subida da utilização de BIM (Fig.20) pode representar a necessidade de novas práticas e do uso de novas tecnologias. O acrónimo GIS da imagem refere-se a *Geographic Information System* mas não apresenta interesse no teor do trabalho.

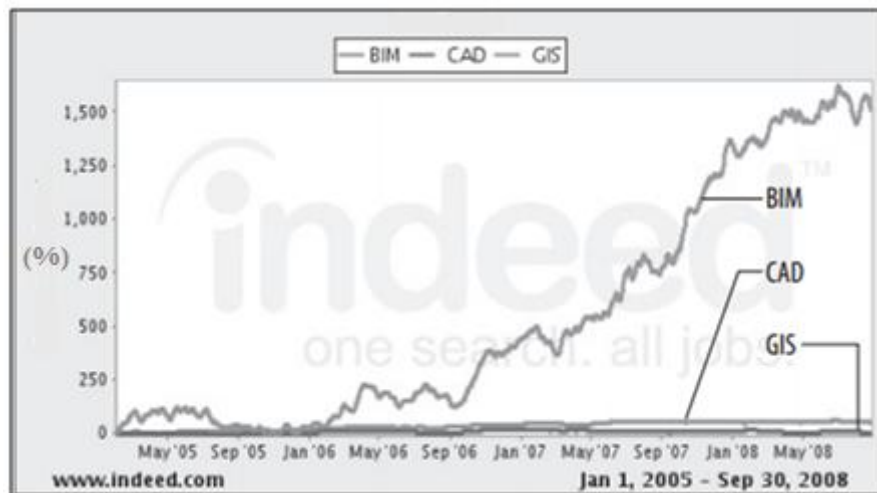


Fig.20 - Tendências de trabalho com as ferramentas apresentadas – adaptado de (Krish, S., 2010)

Na atualidade, existem muitos programas associados a BIM, os principais sendo Autodesk@Revit, Navisworks e Archicad, porém existem muitos outros, que tem como por exemplo, características de ajudar na estimação de custos ou quantidades de materiais como Innovaya. No âmbito do trabalho, não será feita a enumeração de todos os programas mas sim a análise das características gerais associadas ao BIM.

a) GESTOR DO MODELO BIM

Devido à importância do modelo pela sua vastidão de características de gestão, manutenção, partilhas e outros, um profissional deverá ser destacado com o papel de gestor do modelo para haver um bom desempenho de todo o enquadramento do modelo (Jonassen, J., 2006).

Quando uma empresa de construção começa um novo projeto, a organização aponta um gestor de projeto para organizar e dirigir o projeto, acontece precisamente o mesmo com BIM. Para efetuar a gestão de toda informação do processo pode ser necessário um gestor do modelo, para ver a origem da informação, os assuntos envolvidos e quem é responsável pela mesma verificando a boa distribuição da informação pela equipa. O objetivo do gestor de BIM deve identificar o que será melhor para a empresa e recomendar o que é valioso, que pode ser ajustado ou o que necessita de ser desenvolvido.

b) USO DE BIM NO ESTRANGEIRO

A obrigatoriedade do uso de BIM nos projetos está a ser implementado em vários países, dos quais o Reino Unido e o Estados Unidos de América concedendo algum tempo para efetuar as mudanças necessárias. As próprias indústrias de construção estão a colocar iniciativas para auxiliar os processos de mudanças.

No artigo escrito por Martin Day em 2011, 10% dos projetos no Reino Unido e 60% nos Estados Unidos de América estão a recorrer a BIM nos seus projetos (Day, M., 2011). Apesar das obras produzidas pelo setor privado terem a decisão sobre o uso de BIM, os projetos e infraestruturas do governo irão forçar muitas empresas a investir nas novas formações e *software*. Uma mudança de posição no governo relativamente à adoção dessas novas ferramentas representa sem dúvida uma decisão de grande importância na indústria de construção civil.

3.6.2 NÍVEIS DE IMPLEMENTAÇÃO DE BIM

A figura 21 representa os diferentes níveis da implementação britânica de BIM. Em 2012, os projetos britânicos deverão ser realizados com BIM até o nível 2 com a aspiração do governo em ter um completo uso das capacidades de BIM em todos os projetos até 2016.

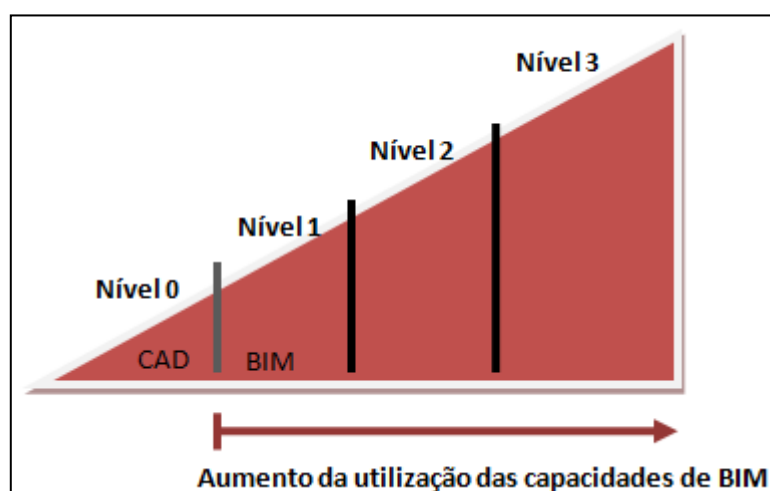


Fig. 21 - Níveis de implementação de BIM – adaptado de (Sinclair, R.I.o.B.A.-D., 2012)

Os níveis representam o grau de utilização de BIM no processo construtivo com as seguintes características (Sinclair, R.I.o.B.A.-D., 2012):

Nível 0 - Utilização apenas de peças desenhadas em 2D CAD;

Nível 1 - Uso limitado de BIM por parte de apenas um interveniente, na maioria dos casos apenas para a conceção das peças desenhadas, na apresentação do projeto aos clientes ou pelos empreiteiros para verificações de coordenação. A utilização de BIM já representa um passo positivo na minimização dos resíduos e na ineficiência;

Nível 2 - Nesse nível, há produção de informação 3D nos modelos obtida por todos os membros, contudo esses modelos não se encontram num único modelo. A existência de equipas integradas é recomendada. Essa mudança pode não representar que a estrutura legal e contratual muda mas aponta para certas novidades existentes como a consideração de um gestor do modelo e a clarificação das responsabilidades;

Nível 3 - O maior desafio da passagem do nível 2 para o nível 3 encontra-se na existência de único modelo do projeto com informação enaltecida e mais abrangente. Nesse nível será possível haver análise de desempenho, custos associados à utilização dos materiais reais do próprio modelo entre muitos outros;

A mudança de nível 0 para o nível 3 foi comparado à mudança do papel para CAD mas a realidade a mudança será superior:

- Mudança para metodologias integradas e colaborativas;
- Entendimento da informação e como serão implementadas no modelo digital;
- Novas formas de contrato;
- Interoperabilidade do *software* para permitir atividades simultâneas;
- Padronização das atividades frequentes;
- Análise com BIM de prazos com (4D) e de custos (5D).

Em Portugal, neste momento os níveis de utilização de BIM existentes variam entre o nível 0 e o nível 1 podendo haver raros casos de nível 2. As utilizações de BIM ainda estão nas fases iniciais contudo é importante notar que as empresas não necessitam de passar diretamente para níveis de utilização de BIM máximos, existem patamares e é recomendável incorporar as ferramentas com cautela.

3.6.3 VANTAGENS DE BIM

Com a utilização de BIM aliado ao projeto integrado, as metodologias atuais na indústria da construção irão sofrer grandes mudanças. Como foi referido por Norman Strong em 2007 da FAIA, *Fellow of the American Institute of Architects* e que pode ser aplicado aos engenheiros (Council, T.A.I.o.A.C., 2007) :

“ A revolução já mudou a minha empresa e irá mudar a sua...A nossa profissão irá ser completamente diferente, transformada nos próximos 5-10 anos “

Martin Day, num artigo da conceituada AEC Magazine concorda que os benefícios de BIM traduzem as mudanças necessárias identificadas pelos célebres relatórios Latham e Egan (Day, M., 2011).O impulsionador da utilização de BIM no Reino Unido é Paul Morrell, que tem o cargo de conselheiro do governo sobre construção. Ele reconhece estar convencido que BIM é o caminho a seguir para desenvolver técnicas de trabalho que irão reduzir o custo e acrescentar eficiência e melhorar a gestão no setor público. Paul Morrell diz não estar preocupado com a mudança da integração dos novos *software* mas sim das empresas que não irão fazer a mudança, pois segundo ele *“as empresas irão sentir-se perdidas como as que atualmente não tem correio eletrónico”* (Morrell, P., 2011).

Até 30% dos custos na construção (Laiserin, J., 2009) são causados pela falta de informação proveniente das incorreções, dos atrasos e da falta de coordenação na informação dada. Como é óbvio um cliente inteligente gostaria de conseguir retirar ou amenizar essa situação.

Sam Neider, diretor e co-fundador da *Proactive Controls Group* comentou sobre os motivos dos clientes passar para BIM: " *BIM permite a redução dos riscos através da melhoria da informação no processo. Aquando da conceção, não existe apenas ganhos via deteção de erros, coordenação e programação mas também pela redução dos riscos com os desvios de custos, prazos e queixas.*" (Constructech, 2012)

As ferramentas de *Building Information Modeling* são uma representação física e funcional das características de um edifício. A partir dessa premissa a AIA (Architects, T.A.I.o., 2007) diz que " *devido a essa informação disponível o projeto serve como conhecimento sobre um edifício fazendo com que seja uma base informativa confiável para toda a vida útil do projeto*". BIM prima com a troca da representação de informação digital de modo a haver uma perfeita interoperabilidade entre as diferentes partes interessadas. Essa colaboração, facilidade de partilhar e corrigir informação permitem durante as diferentes fases do projeto inserir, extrair, atualizar e modificar o projeto, refletindo mais nitidamente o pensamento e o conhecimento de todos os intervenientes. Os projetos realizados através da integração das novas tecnologias BIM, dito por Peter Griem (Griem, P., 2009) são:

- Oferece uma visualização e uma coordenação de sistemas construtivos superiores;
- Diminui os pedidos de informação durante a construção;
- Permite diminuir os prazos da construção, resultando em economias de custo;
- Revoluciona os papéis dos intervenientes da equipa projetista.

No relatório desenvolvido por McGraw Hill (Hill, M., 2008), sobre a utilização das novas tecnologias informáticas para construção BIM, obteve resultados significativos. Os resultados mostram que no uso de BIM existe:

- Menos pedidos de informação e menos problemas de coordenação (79%);
- Melhor comunicação devido a visualização 3D (79%);
- A probabilidade de ganhar um projeto é bastante mais alta (66%).

A partir desses valores a comunidade da indústria construtiva começou a entender a tremenda importância da introdução das ferramentas BIM nos seus processos. Por esses motivos, da amostra observada, 61% dos empreiteiros que utilizavam as ferramentas apresentam uma opinião positiva no uso de BIM e um terço demonstram um retorno de investimento de 100% (Harty, J. and Laing, R., 2009).

a) CAPACIDADE

Segundo um slide da convenção AIA 150 apresentado sobre um inquérito relativo à percentagem de pessoas que acreditavam que os projetos e processos construtivos poderiam ser melhorados, 87% deram uma opinião afirmativa (Jonassen, J., 2006). A informação contida e as propriedades inerentes das ferramentas BIM definem a sua importância. Por exemplo, um pilar e as condicionantes segundo as quais as diferentes partes de um edifício se relacionam com o pilar são detetados pelo programa, corrigindo as possíveis falhas existentes.

Uma grande vantagem dessas novas ferramentas reside na possível simulação em 3D de uma personagem digital a movimentar-se dentro dos edifícios para uma avaliação e verificação da circulação, saídas de evacuações uso de espaços entre muitos benefícios possíveis.

Para a gestão futura das instalações, a capacidade 6D de BIM representa um dos aspetos mais inovador e útil. Com a obtenção de um modelo digital inteligente, o cliente terá uma ferramenta importante para permitir uma boa utilização do seu edifício, esse modelo contém toda a informação do projeto incorporado no projeto e acoplado a todos os arquivos de relevo. A informação contida sobre todos os elementos, como a sua boa utilização e manutenção, garantias e fornecedor associados permitem que o cliente não se sinta tão “sozinho” no término da obra.

A utilização de planos de logística é crítica quando a entrega dos materiais no estaleiro é numerosa. A coordenação do estaleiro pode ser gerida com uso de RFID (*Radio-Frequency Identification*) e modelos BIM proporcionando informação sobre os componentes dos materiais e a localização dos componentes através de GPS (*Global Positioning System*). Os componentes são marcados quando chegam ao estaleiro utilizando códigos de barra ou RFID, deste modo os materiais podem ser constantemente seguidos (technovelgy, 1998).

b) BIM vs. CAD

Os documentos atualmente usados costumam ser do tipo CAD (*Computer Aided Design*) que são baseados num sistema vetorial. Mas essas ferramentas não permitem uma avaliação aprofundada dos projetos pela falta de parâmetros existentes. Devido a esse aspeto, esses desenhos encontram-se na maior parte das vezes inadequados para uma conceção de modelos virtuais das construções. Daí o aparecimento das ferramentas BIM com a intenção de reduzir a necessidade de organização e de mudanças na informação existente permitindo os seguintes aspetos (Administration, U.S.G.S., 2012):

- Aumento da eficiência nas trocas de informação;
- Verificações automáticas de análise;
- Redução de custos devido a problemas de interfuncionalidades;
- Suporte de manutenção e de atividade melhorado.

Durante largos anos, os projetistas usaram as peças desenhadas e modelos físicos para transmitir a sua perceção do projeto para aqueles que necessitam de aprovar e por último executá-la. Contudo, este processo conduz a várias dificuldades:

- Obrigação à implementação de certas restrições por parte dos projetistas porque há limitações técnicas entre a representação mental e a desenhada;
- Os documentos 2D não são explícitos para os clientes;
- Possíveis inconsistências entre o projeto e as suas exigências.

Os modelos informáticos da construção podem trocar os seus modelos de 2D para 3D para facilitar as visualizações pretendidas, incorporam uma parte de análise que auxilia os cálculos de forma automática. Dando o exemplo da ferramenta *Autocad*, que aplica e apresenta a geometria do projeto pretendido, BIM acrescenta as características físicas e funcionais dos vários tipos de objetos existentes fazendo aumentar exponencialmente a informação contida no projeto.

As ferramentas 3D CAD já existem e promete uma “concorrência” acentuada com as ferramentas BIM mas no âmbito deste trabalho não se decidiu considerar essa vertente.

A apresentação dos projetos utilizando as ferramentas BIM apresenta várias vantagens. Pela facilidade da mudança de visualização e de aspeto, o cliente pode receber uma versão que seja mais relevante para ele, como por exemplo acomodações a cores e legendas para tornar o projeto mais compreensível e vistas mais realistas. O engenheiro pode receber apenas o esqueleto estrutural e os engenheiros responsáveis por especialidades podem receber apenas partes do edifício que lhe dizem respeito. O acesso dado aos empreiteiros nos projetos devido à integração do projeto representa um novo mundo de controlo onde as mudanças ou desenvolvimentos na produção são apresentados no modelo assegurando uma redução significativa de problemas e erros. A libertação do projeto aos subempreiteiros garante que o seu trabalho seja compatível com o trabalho dos outros subempreiteiros e a coordenação de toda as operações sejam situadas num único lugar, essencialmente no modelo.

Tabela 14 – Diferenças entre BIM e CAD

BIM	CAD
Simulação 3D	Simulação 2D
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simulação total dos edifícios e dos seus componentes ▪ Combinação das diferentes partes do projeto ▪ Previsão de aspetos como colisões, cálculos e planeamentos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A representação bidimensional de um edifício é apenas uma representação da forma final num aspeto abstrato da realidade
Exatidão	Estimativas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Como o modelo representa a realidade de modo muito precisa, os materiais utilizados e as variáveis associadas podem ser apresentados em tempo real 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ As previsões são muitas das vezes incertas devido às variáveis não serem devidamente calculadas
Desempenho	Redundância
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Devido aos elementos construtivos serem apenas desenhados uma simples vez existe uma poupança de tempo significativa 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ As trocas informacionais proporcionam muitas vezes a repetição de certos documentos o que torna o processo mais lento

Os primeiros sistemas BIM foram vendidos sobretudo devido aos benefícios de produtividade da mudança 2D para um modelo 3D. No início, muitas empresas criavam um modelo 3D mas continuavam a alimentá-lo com desenhos *Autocad* o que introduzia a mesma falta de coordenação quando havia mudanças a realizar entre os projetos. Porém agora os produtos BIM já conseguem produzir boas visualizações 2D para desencorajar edições externas.

c) SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade e a eficiência dos edifícios são aspetos cada vez mais importantes, o consumo energético e a utilização adequada dos recursos tornam-se fatores preponderantes nas escolhas dos processos construtivos. Essas novas preocupações são compreensíveis pois pela *United State Energy Information Administration*, a atividade do setor dos edifícios representa 49% da energia anual consumida e 76% do consumo elétrico do país (architecture2030, 2011).

O uso dos recursos naturais do mundo como a água, metal e madeira resultou num aumento dos custos dos materiais nos últimos anos, por exemplo, de 2007 para 2008, o custo do aço quase dobrou (steelonthenet, 2008). Associado ao crescimento populacional, as questões sobre a sustentabilidade dos edifícios e como criar edifícios melhor geralmente obtêm a mesma resposta: tecnologia.

A sustentabilidade é um dos termos mais usados para descrever o estado corrente para o qual as construções têm que se dirigir para reduzir a pegada de carbono. A indústria automóvel é alvo de grande desenvolvimento na diminuição das emissões de carbono, porém, por exemplo nos Estados Unidos de América os edifícios produzem 38% das emissões de carbono total (website, U.-. 2007) mas menos pessoas se preocupam com isso. Nos processos construtivos atuais existem vários métodos que procuram efetuar a avaliação da sustentabilidade ambiental dos empreendimentos. Em geral analisam uma série de indicadores e estabelecem uma classificação qualitativa, o método Qualitel representa um bom exemplo.

Os custos de manutenção de um edifício na sua vida útil representam cerca de 80% do custo total associado ao mesmo (Fig.22). Todavia é interessante na indústria da construção atual a importância principal nos custos da conceção e de construção em oposição aos custos das atividades futuras do edifício. Mas as mentalidades começam a alterar, novas construções sustentáveis aparecem sendo que 88% dos clientes já dizem que a eficiência energética é uma prioridade nas suas construções e projetos.

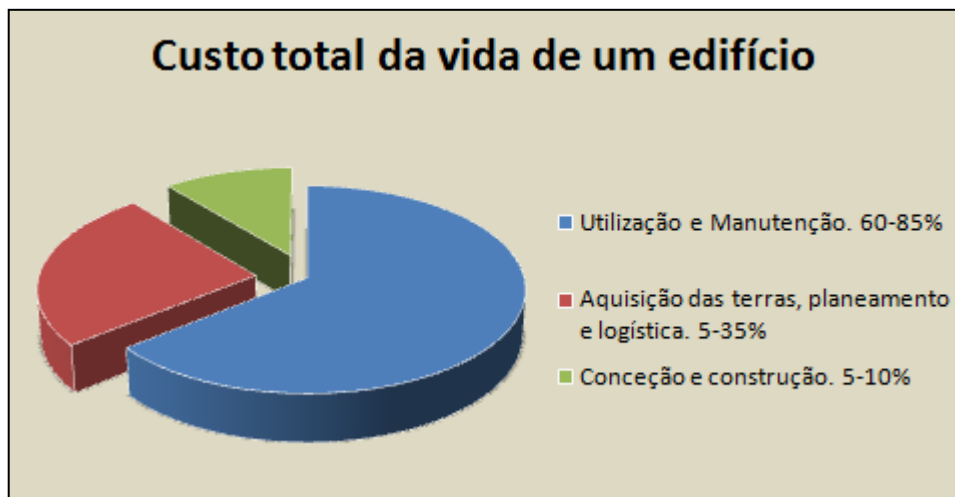


Fig.22 - Custo total da vida de um edifício – adaptado de (Council, N.R., 1998)

O equilíbrio entre as necessidades individuais, sociais, de preservação do *habitat* e da diversidade é muito difícil, pois vai provavelmente implicar a alteração dos hábitos atuais. A tabela seguinte demonstra as alterações a efetuar para o aumento da sustentabilidade na construção civil e as possibilidades da utilização de BIM para ajudar no processo de mudança.

Tabela 15 – Alterações necessárias no âmbito da sustentabilidade e as melhorias com a utilização de BIM

Sustentabilidade	
Alterações necessárias	Utilização de BIM
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conforto visual e térmico tirando mais partido da luz natural e das tecnologias passivas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Possibilidade de análise da utilização e da eficiência da luz do dia no modelo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Preservar os recursos e a saúde 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestão de materiais relacionados diretamente com a utilização real obtida a partir do modelo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diminuição da poluição e das incomodidades 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avaliações térmicas otimizadas para diminuição do consumo energético dos edifícios

As possibilidades do modelo digital criado a partir de BIM ajuda bastante no aspeto da sustentabilidade. As avaliações térmicas, análise de luz do dia, gestão de materiais e outros preconizam edifícios mais “verdes”. Um bom exemplo é o caso de Masdar City em Abu Dhabi, onde estão a planear uma cidade que seja neutra na produção de carbono devido à gestão de materiais e dos processos usados.

d) TABELA RESUMO DOS BENEFÍCIOS DE BIM

As vantagens de BIM no processo construtivo são elevadas, tanto nas suas capacidades de vários tipos de análise, capacidade de gestão e planeamento. A tabela seguinte apresenta as principais vantagens:

Tabela 16 – Benefícios da utilização de BIM

Utilização de BIM	
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de velocidade e de precisão dos modelos digitais
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Suporte de funcionamento e controlo das atividades
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avaliações aproximativas energéticas, da água e do desempenho da iluminação natural
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento da capacidade de resposta para testar soluções diferentes
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Integração dos documentos no mesmo modelo
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medição de carbono gerido
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidade de cálculo estrutural
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rigor e cuidado com os pormenores
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O uso do 4D (tempo) do BIM permite validar de forma eficiente os programas e sequências logísticas
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mudança de visualizações 2D para 3D consoante as necessidades
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inserir, extrair, atualizar e modificar de forma fácil o modelo
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Automatização dos documentos
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Detecção automática de erros no projeto pelo programa
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Otimização da eficiência
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Um custo mais previsível e controlado pela capacidade 5D das ferramentas BIM para a realização de orçamentos adequados
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simulação da movimentação de uma pessoa no edifício
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução da reformatação da informação 	

3.6.4 OBSTÁCULOS NA UTILIZAÇÃO DE BIM

Novas tecnologias são frequentemente vistas com alguma reserva. Este facto não é devido à ferramenta não funcionar mas sim que ninguém quer ser o primeiro a utilizar as ferramentas e desvendar as suas funcionalidades e os seus problemas.

As empresas que já efetuaram a mudança para BIM viram que necessitam de 3 a 4 projetos realizados, de modo aos processos serem entendidos para adver os benefícios do uso de BIM, daí não se pode esperar resultados imediatos. Apesar dessas empresas acreditarem incondicionalmente nas potencialidades de BIM também mencionam certas dificuldades. Enquanto que BIM resolve certos problemas dos antigos desenhos 2D CAD também acaba por introduzir alguns novos (Day, M., 2011).

Os clientes podem poupar muito dinheiro num processo BIM por muitos motivos, o aumento de eficiência das equipas nas trocas de informação que se traduz em poupança de tempo, menores desvios de custos, uma informação de utilização e manutenção superior são alguns dos benefícios. Porém existem um debate sobre a possibilidade de uma taxa extra aos clientes em processos BIM, pois utilizando esse serviço fica com um edifício de qualidade superior a outro concebido de forma convencional.

a) RISCOS E RESPONSABILIDADES

Todos os projetos apresentam riscos e a questão da responsabilidade é complicada devido à quantidade de intervenientes no modelo. Esta questão segundo James Harty e Richard Laing nos seus trabalhos consideram ser primordial e apresenta implicações sérias em todo o sector construtivo (James Harty, R.L., 2008). Ultimamente, a responsabilidade reside no responsável que verificou a informação introduzida no modelo, a pessoa mais indicada seria o gestor do modelo.

Uma das grandes questões relativas ao uso desses suporte informáticos reside no domínio do modelo devido à introdução de informação pelos vários intervenientes. A resposta óbvia é o cliente, pois segue o princípio sobre a autoridade financiadora do projeto (James Harty, R.L., 2008).

b) NECESSIDADE DE *HARDWARE* ADEQUADO

Outro problema é o tamanho dos ficheiros BIM, devido às necessidades computacionais exigidas para correr os modelos, as máquinas mais antigas terão de ser substituídas. O que origina um investimento considerável para a atualização dos equipamentos.

Neste momento existe ambiguidade sobre o nível de detalhe adequado, se é pouco os benefícios serão perdidos, se é demasiado o modelo fica pesado para ser manipulado. Esse facto constituiu o erro das primeiras implementações de BIM com detalhes excessivos, tornando os modelos em ficheiros de tamanho desproporcionais.

O desenvolvimento de um plano de *software* e *hardware* é requerido. O objetivo deste plano é de apresentar uma ideia sobre o investimento necessário como se apresenta na figura 23. BIM é um investimento e requer um custo significativo, por outro lado as economias potenciais e o retorno de investimento ultrapassam em muito os custos iniciais.

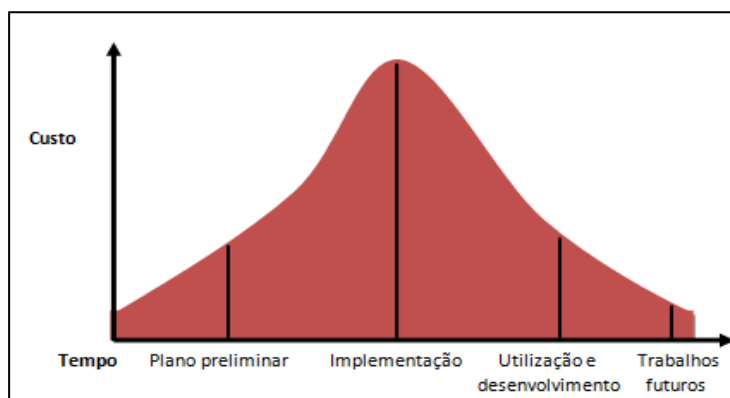


Fig. 23 - Plano financeiro simplificado de implementação de BIM – adaptado de (Hardin, B., 2009)

c) ARTICULAÇÃO E INTERCÂMBIO DE INFORMAÇÃO

Um modelo único contendo toda a informação é muito complicado, o modelo de arquitetura difere bastante do modelo de construção em BIM. O planeamento de construção necessita de certos elementos do modelo (e.g, número de descargas de betão por andar) que não estão incluídos na parte de arquitetura BIM. Porém há companhias que já estão a criar modelos para ajudar nessa gestão de quantidades, planeamentos e controle de custos.

Nos modelos 2D CAD em que só há linhas, círculos e formas simples havia muitos problemas gerados pelo simples intercâmbio de ficheiros e compatibilidades. Nos ficheiros BIM, essas partilhas encontram-se noutra patamar devido à complexidade dos elementos do modelo. A solução passa por usar o mesmo tipo de sistema BIM num projeto levando as empresas a possuir múltiplos “tipos” de BIM consoante as colaborações, ou idealmente, usar o mesmo tipo de sistema por toda a indústria.

d) TABELA RESUMO DOS INCONVENIENTES NO USO DE BIM

Tabela 17 – Obstáculos da utilização de BIM

BIM	
Obstáculos	▪ Dificuldades no direito do domínio do modelo devido à contribuição de todos
	▪ Falta de formação no uso das novas ferramentas
	▪ Custo acrescidos da utilização das novas ferramentas
	▪ Perca de tempo durante a aprendizagem dos novos processos
	▪ Dificuldades da inserção num único modelo da parte arquitetural e construtiva
	▪ Tamanho excessivo dos ficheiros
	▪ Atualização dos equipamentos informáticos para suportar os novos <i>software</i>
	▪ Ambiguidades nos níveis de detalhes necessários
	▪ Ausência de protocolos de uso

3.7 AMBIENTE CRIADO ENTRE O PROJETO INTEGRADO E BIM

A crítica mencionada por Martin Day sobre a utilização de BIM explicita que a nova tecnologia não está adaptado para a forma como a indústria trabalha atualmente e que uma adaptação e um investimento no trabalho de equipa é necessário (Day, M., 2011). Ora, é precisamente esse o ponto que liga as novas tecnologias BIM ao projeto integrado. Pois essa mudança de mentalidade e do ambiente construtivo para o qual as ferramentas BIM tiram todo o seu potencial e possam ser aplicadas corretamente são aquelas originadas pela introdução de uma metodologia IPD.

BIM permite a possibilidade de métodos de entrega de projetos como o projeto integrado, a partir da sua tecnologia, de redefinir as responsabilidades e as funções de todos os participantes permitindo trazer o projeto de ideia a realidade. As ferramentas funcionam como catalisador de reação química, com a sua utilização é necessário muito menos esforço para obter os resultados pretendidos que podem ser economicamente aceitáveis pelas partes interessadas.

Por um lado BIM, como modelo digital, é a ferramenta mais eficaz no suporte ao projeto integrado (Zhang, Y. and Guangbin, W., 2009). Por outro, o projeto integrado produz o ambiente perfeito onde se pode aproveitar o máximo potencial das ferramentas BIM. A característica introdução de informação e a aplicação de um modelo geral das ferramentas BIM não é muito viável no meio fragmentado simbólico do processo tradicional construtivo, encontrando-se por outro lado perfeitamente enquadrado na interoperabilidade existente do projeto integrado.

a) BIM PARA OS ENGENHEIROS

O projeto integrado auxiliado a BIM representa uma oportunidade para aumentar a importância dos engenheiros na construção. Peter Griem diz *“A oportunidade de expandir o papel dos engenheiros civis deve ser aproveitado, os projetos integrados podem aumentar a visibilidade da profissão entre os intervenientes na indústria construtiva”* (Griem, P., 2009).

3.7.1 FLUXO DE INFORMAÇÃO

Tradicionalmente, devido às passagens entre as fases e avaliação da documentação entre os intervenientes, a informação pode não se encontrar ligada de forma perfeita, havendo então informação refruente traduzida pela linha descontínua azul da figura 24. Essas dificuldades encontram-se na tabela seguinte (Tab.18).

Tabela 18 – Dificuldades da partilha de informação

Processo Tradicional
▪ Informação de projeto repetitiva nas fases de transição
▪ A informação é dividida pelos participantes e não flui de forma correta entre as várias fases do projeto
▪ Normas existentes desencorajam as trocas informacionais
▪ Tecnologia atual preconiza os procedimentos individuais e não fornece a melhor informação digital que possa ajudar a execução do projeto

A utilização de IPD com o BIM pode mudar esse fluxo para outro mais contínuo de duas formas, representado em linha vermelha na figura 24. Primeiro, BIM pode funcionar como o único repositório para toda a informação criada em todo o processo e em segundo lugar o projeto integrado pode assegurar que os interessados sejam continuamente em relacionamento, para manter o fluxo de informação ininterrupto entre os vários organismos (Zhang, Y. and Guangbin, W., 2009). Os planos de troca de informação e de coordenação do modelo ajudam na gestão da informação.

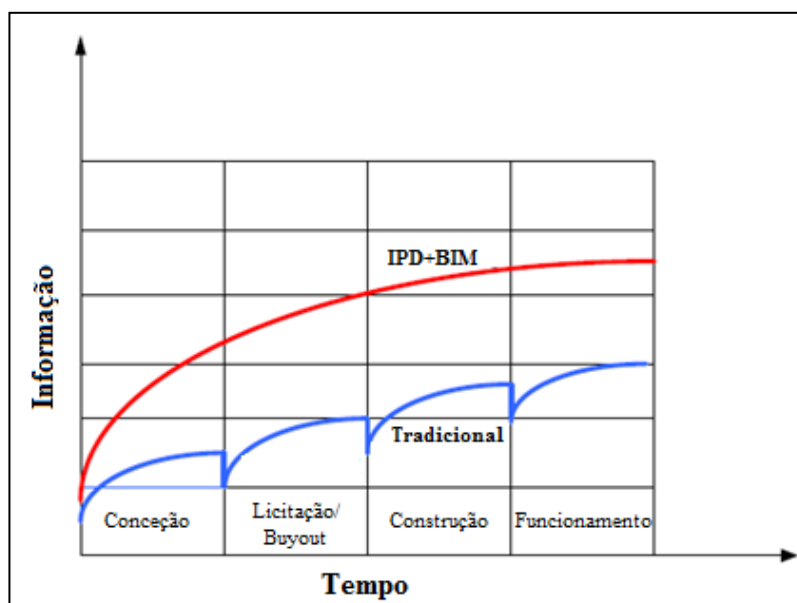


Fig. 24 – Fluxo da informação nos processos construtivos – adaptado de (Bernstein, P., 2005)

3.7.2 BREVE ANÁLISE DOS PROBLEMAS DO PROCESSO CONSTRUTIVO PORTUGUÊS

Os problemas existentes no processo construtivo nacional podem sofrer grandes melhorias pela passagem para um projeto integrado com o potencial auxílio das ferramentas BIM.

Na tabela seguinte apresenta-se alguma das debilidades do processo construtivo nacional e as possíveis mudanças a partir da utilização do projeto integrado com uma utilização acrescida de BIM.

Tabela 19 – Problemas no processo construtivo nacional e as possíveis mudanças do IPD auxiliado às ferramentas BIM

Problemas no processo construtivo nacional	Mudanças originadas pela introdução do IPD auxiliado às ferramentas BIM
Promoção e Projeto	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muitos promotores desvalorizam a fase de estudos, atribuem pouco tempo e valor a esta etapa 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Esforço acrescido na fase de conceção, acabando por ser de qualidade superiores ▪ Benefícios financeiros associados ao esforço efetuado na obra
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grande parte dos projetos são incompletos e de qualidade duvidosa, pois muitas vezes a falta de qualidade está associada a sua remuneração 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muitos projetos não respeitam os requisitos do programa em termos económicos e de qualidade 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Há falta de controlo interno para detetar erros, omissões e desajustes 	
Execução das obras	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ As empresas aligeiram os seus quadros passando a existir um recurso excessivo à subcontratação 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Os custos da integração dos quadros necessários podem ser compensados pela diminuição dos custos devido a um projeto com mais qualidade e menos erros
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muitas empresas estão mais preocupados com os aspetos de prazo e custos do que com a produção 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ As empresas necessitam de perceber que uma ênfase no projeto e na qualidade da produção produzem a longo termo prazos e custos menores
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A articulação do empreiteiro geral com os fornecedores e subempreiteiros é frequentemente pouco exigente no que respeita à qualidade dos trabalhos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existência de uma perfeita articulação e comunicação entre todos os membros
Utilização	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Os utentes aceitam mal que a construção carece de manutenção como qualquer outra realização humana 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A entrega de um modelo digital inteligente no fecho da obra para manutenção e conservação
Enquadramento	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Faltam ferramentas e metodologias uniformes que facilitam a troca de informação entre os vários intervenientes no processo construtivo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A introdução de uma nova metodologia poderia significar o desenvolvimento da uniformização de um método de troca informacional

a) RESUMO DAS VANTAGENS DO PROJETO INTEGRADO COM BIM

Como o uso das novas tecnologias encontra-se perfeitamente enquadrado no centro da metodologia integrada a dissociação das vantagens na execução de cada uma é difícil. Por esse motivo o quadro seguinte representa as vantagens de BIM e do processo integrado na fase de construção:

Tabela 20 – Vantagens de BIM com o projeto integrado na construção

Projeto Integrado e BIM	
Vantagens na construção	▪ Redução significativa de erros e incompatibilidades no projeto devido à comunicação entre intervenientes
	▪ Gestão das instalações e avaliação da ocupação da obra
	▪ Diminuição dos pedidos de informação
	▪ Possível diminuição dos prazos de construção
	▪ Clientes mais satisfeitos com o resultado obtido
	▪ Otimização da eficiência
	▪ Redução dos desperdícios dos materiais usados
	▪ Base informativa confiável para toda a vida útil da obra

3.8 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DO PROJETO INTEGRADO E BIM

A utilização de projeto integrado como metodologia de entrega auxiliado com as ferramentas BIM já é utilizada em todo o mundo e em vários projetos. De seguida, são apresentados alguns casos de sucesso da utilização do IPD com BIM.

a) COMPLEXO DE ESCRITÓRIOS *CAMINO MEDICAL GROUP MOUNTAIN*

Um projeto-piloto utilizou com grande sucesso BIM e o projeto integrado, a obra foi o complexo de escritórios *Camino medical group mountain view office building complex* (Fig. 25) e obteve os seguintes resultados (C. Eastmann, P.T., R. Sackz, K. Liston 2008):

- Nenhum conflito entre os vários sistemas;
- Menos de 0,2% de modificação do trabalho efetuado;
- Um aumento de produtividade de mais de 30% do empreiteiro especializado na mecânica;
- Menos de 2 horas por mês em questões de coordenação na obra pelo diretor de obra;
- Apenas dois problemas relatados por pedidos de informação.

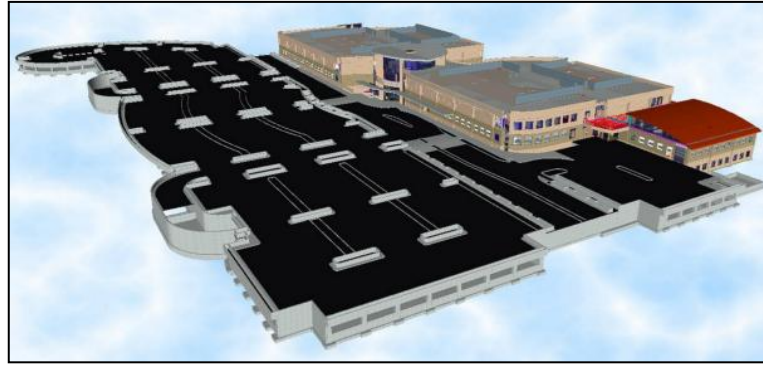


Fig.25 – Modelo 3D do Camino medical group mountain view office building complex
(C. Eastmann, P.T., R. Sackz, K. Liston 2008)

Algumas conclusões foram observadas na realização da obra (Council, A.C., 2007):

- O sucesso do projeto depende da participação de todos os intervenientes;
- Participação inicial dos construtores com os projetistas;
- O cliente necessita de participar no projeto;
- A existência de incentivos para os participantes aliados ao projeto é fundamental.

b) CENTROS DE SAÚDE DE SANTA ROSA MEMORIAL E ST. JOE’S EUREKA

Inicialmente os subempreiteiros resistiram ao uso de projeto integrado pois diziam que não conseguiam ver os seus benefícios (Laiserin, J., 2009). Porém, o exemplo dos projetos dos dois centros de saúde de Santa Rosa Memorial e St. Joe’s Eureka (Fig. 26) onde os subempreiteiros relutantemente adotaram o método mudaram as suas opiniões.

“Os resultados em campo foram de tal forma positivos que os subempreiteiros notaram os benefícios de todo o trabalho inicial em fase de projeto. Depois do término do trabalho, cada um voltou dizendo que não conseguiam acreditar como não se realizava os trabalhos dessa forma mais cedo” (Harty, J. and Laing, R., 2009).



Fig. 26 - Centros de saúde de Santa Rosa Memorial e St. Joe's Eureka (Quackenbush, G., 2011)

4

IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO INTEGRADO

Já se mencionou os passos para a criação de um projeto integrado e a análise às ferramentas BIM. Este capítulo terá como um dos objetivos de analisar as possibilidades de uma adaptação da metodologia tradicional, conceção-licitação-construção, para o IPD. A adaptação será relativa a critérios-chaves escolhidos. A aplicabilidade do IPD face às normas de produção de contratos portugueses e a comparação das suas fases com as fases da metodologia tradicional, pela regulamentação nacional em vigor, representa o principal objetivo do capítulo.

Por fim o parecer de dois gabinetes de projeto é apresentado e analisado, com o principal objetivo de obter uma opinião profissional e prática face à possibilidade da metodologia projeto integrado em Portugal.

4.1 ADAPTABILIDADE ENTRE A METODOLOGIA TRADICIONAL E O PROJETO INTEGRADO

Segundo Nuno Varela na sua dissertação (Varela, N., 2010): *“Um projeto integrado pelas suas fases constituintes difere bastante de uma metodologia tradicional, as terminologias convencionais como, conceção esquemática, desenhos de desenvolvimento e de construção, originam barreiras no fluxo de trabalho que não se encontram alinhadas com um método integrado.”*

A afirmação anterior é correta, pois entre um projeto integrado e um processo convencional do tipo conceção-licitação-construção, típica da construção civil portuguesa, existem várias diferenças, como o esforço dado nas fases e a participação dos intervenientes durante a obra. A tabela seguinte representa algumas das maiores diferenças existentes.

Tabela 21– Diferenças entre um projeto integrado e um processo convencional

Diferenças entre um projeto integrado e um processo convencional	
Processo integrado	Processo convencional
▪ Integração permanente da equipa	▪ Envolvimento de alguns membros quando necessário
▪ Ênfase do projeto	▪ Pouco esforço dado na fase inicial
▪ Decisões unânimes em equipa	▪ Decisões estabelecidas por poucos membros
▪ Processo iterativo	▪ Processo linear
▪ Procura de sinergias entre membros	▪ Sinergias limitadas
▪ Custos obtidos no ciclo de vida da obra	▪ Preocupação exagerada nos custos iniciais
▪ Pós-ocupação e monitorização	▪ Falta de preocupação depois do término da obra

Apesar de existir, de facto, muitas diferenças entre os dois processos, as barreiras no fluxo de trabalho mencionadas podem ser adaptadas ou contornadas como se irá comprovar posteriormente. No caso de obras privadas, a escolha de qualquer tipo de metodologia é possível contudo no caso de empreitadas de obras públicas existem desafios. Devido ao seu sistema, a metodologia típica portuguesa, conceção-licitação-construção, não permite uma natural de mudança para o projeto integrado. Enquanto esse tipo de metodologia não pode ser integrado, pode ser alterada de forma a tomar uma forma semelhante ao IPD.

O projeto integrado requer a presença do empreiteiro desde do início do projeto, contudo pelas leis existentes torna-se difícil numa obra pública. Algumas opções, contudo, podem ser aplicáveis. Os artigos seguintes fazem parte do Código dos Contratos Públicos (CCP) que estabelece a disciplina aplicável à contratação pública (Ministério Das Obras Públicas, T.e.C., 2008a).

Geralmente, o concurso de conceção de projetos reveste a modalidade de concurso público como especificado pelo **artigo 220º**, ora como os critérios de seleção são formulados pela entidade adjudicante, esses critérios podem ser alteráveis. A imposição de critérios e procedimentos semelhantes ao projeto integrado poderiam ser possíveis, como a inclusão do cliente e os demais consultores no processo. O cliente e o arquiteto poderiam permitir uma licitação do projeto o mais cedo possível.

Quanto à presença dos construtores na conceção, em todos os procedimentos de contratos é necessário o caderno de encargos sendo a peça do procedimento que contém as cláusulas a incluir no contrato a celebrar. Ora, pelo **artigo 43º**:

“ O caderno de encargos do procedimento de formação de contratos de empreitada de obras públicas deve ser integrado pelos seguintes elementos da solução da obra a realizar:

- a) Programa;*
- b) Projeto de execução;”*

Como era esperado o projeto de execução deve fazer parte do caderno de encargos, ou seja, o empreiteiro apenas tem acesso ao projeto depois da realização do mesmo pelos projetistas. Porém a cláusula número 3 do mesmo artigo pode ajudar pois:

“ Em casos excepcionais devidamente fundamentados, nos quais o adjudicatário deva assumir..., como aspeto da execução do contrato a celebrar, a elaboração do projeto de execução, caso em que o caderno de encargos deve ser integrado apenas por um programa.”

Esta norma permitiria a integração do empreiteiro no início da elaboração do projeto de execução sendo que a partir daí e com o acordo de todos os membros, poderia proceder-se a uma metodologia semelhante ao projeto integrado. De referir que nos documentos do concurso de conceção de projetos, deve existir critérios especificando a inclusão do empreiteiro no projeto de execução.

Os clientes que escolhem esse método têm que estar conscientes que o projeto terá uma documentação menos completa que no processo convencional mas terá os benefícios do conhecimento do empreiteiro no projeto.

As consequências de uma licitação adiantada representam uma falta de rigor e contingências maiores. Este aspeto pode ser aliviado com a possibilidade dos contratos e dos orçamentos poderem ser modificados e redefinidos depois da contribuição do empreiteiro na fase de projeto de execução. O **artigo 311º** remete-nos para esse caso:

“ O contrato pode ser modificado com os fundamentos previstos no artigo seguinte:

- a) *Por acordo entre as partes, que não pode revestir forma menos solene do que a do contrato;*”

Sendo que os fundamentos necessitam de ser especificados, **artigo 312º**:

“ *O contrato pode ser modificado com os seguintes fundamentos:*

- b) *Por razões de interesse público decorrentes de necessidades novas ou de uma nova ponderação das circunstâncias existentes.*”

Essas possíveis alterações necessitam de estarem presentes no caderno de encargos, de modo a não alterar a fase de concurso. Uma última cautela encontra-se no **artigo 315º** onde se estipula que mudanças no valor acumulado superior a 15% do preço contratual devem ser imediatamente publicitadas no portal da internet associado. O cliente também deverá ter em atenção o aumento dos custos originados pela redefinição do projeto.

O ajuste direto é um procedimento pré-contratual através do qual a entidade adjudicante convida diretamente uma ou várias entidades à sua escolha a apresentar uma proposta. Ora, este tipo de procedimento pode apresentar uma possibilidade no caso da experimentação da metodologia IPD em obras de empreitadas públicas. Em que:

Artigo 25º:

“ *Sem prejuízo do disposto no artigo anterior, no caso de contratos de empreitada de obras públicas, pode adotar-se o ajuste direto quando:*

- b) *Se trate de obras a realizar apenas para fins de investigação, de experimentação, de estudo, ou de desenvolvimento, desde que:*
- i) *A realização dessas obras não se destine a assegurar a obtenção de lucro ou a amortizar os custos dessas atividades; e*
 - ii) *O preço base relativo ao ajuste direto seja inferior ao referido na alínea b) do artigo 19;*”

O governo poderia realizar algumas obras para testar o projeto integrado a partir do ajuste direto, escolhendo e verificando as entidades interessadas em participar no projeto. O único senão reside na limitação do preço base em que pode chegar, em casos específicos, ao 1.000.000 de euros pelo **artigo 19º**.

Outra opção também pode advir por concessões de obras públicas. Pelo **artigo 407º**:

“*Entende-se por concessão de obras públicas o contrato pelo qual o cocontratante se obriga à execução ou à conceção e execução de obras públicas, adquirindo em contrapartida o direito de proceder,... à respetiva exploração..*”

Como se pode analisar nesse artigo, o concessionário pode eventualmente proceder a um desenvolvimento conjuntamente de conceção e construção permitindo desse modo a utilização de uma metodologia projeto integrado. Apesar de poder ser uma espécie de “privatização”, constitui a melhor opção para a utilização do IPD nas empreitadas de obras público.

Atualmente, nas obras públicas, se não existir concessão, as fases de conceção e construção serão sempre separadas por duas fases de concurso mesmo tendo o empreiteiro a participar no projeto de execução. Contudo, por critérios e exposição dos procedimentos pretendidos, uma metodologia com muitos princípios do projeto integrado poderia ser aplicada. Se essas possibilidades forem tomadas numa obra pública ou a metodologia for escolhida numa obra privada e os intervenientes concordarem, os seguintes critérios podem apresentar uma adaptabilidade dos processos da metodologia típica para um processo integrado.

Tabela 22– Critérios e adaptabilidade ao projeto integrado quanto à equipa

Processo Tradicional	Processo Integrado
Diferenças quanto à equipa	
Fragmentado, reuniões esporádicas e forte hierarquização	Projeto integrado composto por vários participantes, reuniões periódicas, aberto e colaborativo
Adaptabilidade ao processo integrado	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Obrigação de reuniões periódicas com os participantes principais ▪ Participação e opiniões de todos os intervenientes 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar os papéis dos participantes mais importantes para o projeto no início do desenvolvimento do mesmo 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir os valores, objetivos e os interesses dos vários membros da equipa 	

Uma uniformização da importância dos intervenientes deve ser efetuada para uma mudança de metodologia, o arquiteto já não tem o mesmo poder de decisão e tem que ouvir, a partir de uma comunicação apropriada, as opiniões dos outros intervenientes. As reuniões periódicas ajudam numa definição dos interesses e nos objetivos que cada participante espera.

Tabela 23– Critérios e adaptabilidade ao projeto integrado quanto ao processo

Processo Tradicional	Processo Integrado
Diferenças quanto ao processo	
Linear, claro, acumulação de informação e silos de conhecimentos e perícia	Multinível, conhecimento e perícia partilhado e confiança entre os participantes
Adaptabilidade ao processo integrado	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conhecimento e experiência partilhados durante as reuniões por parte dos intervenientes ▪ Considerar interesses e procurar o envolvimento das partes selecionadas ▪ Procurar a estrutura organizacional e de negócios flexível que seja adaptada ao projeto 	

Os processos da metodologia atual são lineares e os membros das equipas não gostam de partilhar o seu conhecimento. Apenas o fazem em situações pontuais e frequentemente quando o problema já surgiu. Por outro lado, uma metodologia IPD requer confiança e uma partilha da perícia e da experiência de cada um, de modo a beneficiar o projeto.

Uma mudança de estrutura na organização das equipas, para promover a colaboração, assim como discussões abertas com a participação dos intervenientes necessários para resolver as questões existentes, resultaria numa mudança exigida num projeto integrado.

Tabela 24– Critérios e adaptabilidade ao projeto integrado quanto às recompensas

Processo Tradicional	Processo Integrado
Diferenças quanto a recompensas	
Individual, associado ao custo inicial e um esforço mínimo para um máximo retorno	O sucesso do projeto é diretamente proporcional ao sucesso da equipa e é baseado no custo global
Adaptabilidade ao processo integrado	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ As recompensas são atribuídas pela participação e a importância de cada interveniente no projeto existindo vantagens financeiras associadas ao sucesso e à qualidade da obra 	

O grave problema existente reside na falta de correlação entre o sucesso do projeto com os benefícios financeiros dos projetistas. Na metodologia de projeto integrado, a participação de um interveniente no acréscimo de valor ao projeto é diretamente proporcional aos seus benefícios individuais, criando desta forma um incentivo ao esforço.

Tabela 25– Critérios e adaptabilidade ao projeto integrado quanto às ferramentas

Processo Tradicional	Processo Integrado
Diferenças quanto às ferramentas	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baixa utilização dos novos modelos digitais para construção 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bases digitais e Building Information modeling, 3D, 4D e 5D
Adaptabilidade ao processo integrado	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Integração e instauração das ferramentas BIM no projeto 	

Alguns gabinetes já utilizam as ferramentas BIM, porém o uso encontra-se ainda muito limitado. As ferramentas BIM são atualmente utilizadas mais para visualizações 3D de promoção e conceção do modelo, não sendo totalmente aproveitadas as capacidades de gestão, planeamento e cálculo. Um ponto muito importante refere-se à coordenação entre as várias especialidades na utilização dos *software*. Uma maior articulação entre os vários intervenientes na conceção para existir uma coesão e compatibilidade entre os trabalhos, resultaria numa eficiência muito superior.

O contrato muda drasticamente o conceito do trabalho da equipa. Os mecanismos da atribuição dos riscos e das responsabilidades para um projeto integrado são dos aspetos fundamentais a considerar na mudança do processo tradicional. As responsabilidades na conceção, partilha de risco e nos termos acordados em contratos representam grandes alterações. Um contrato 100% satisfatório para todos é quase impossível, para haver sucesso os membros tem que desenvolver confiança entre eles para não pensarem que serão prejudicados apesar de nem todas as suas preocupações estarem definidas no projeto. Porém, este aspeto é bastante complicado.

Apesar da existência de objetivos comuns toda a gente tem objetivos e esperanças escondidas em relação ao projeto. Leva liderança do cliente ou dos seus representantes para implementar uma cultura de confiança e alinhar riscos para encorajar comportamentos para alcançar os objetivos. Com o auxílio da obra de David Hatem definiu-se algumas mudanças relativamente à atribuição de riscos a proceder para a adaptação ao processo integrado (Hatem, D.J., 2008)

Tabela 26 – Critérios e adaptabilidade ao projeto integrado quanto ao risco – adaptado de (Hatem, D.J., 2008)

Diferenças quanto ao risco	
Processo Tradicional	Processo Integrado
Risco individual, transferido na maior extensão possível	Risco coletivo e transferido de forma adequada
Adaptabilidade ao processo integrado	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Protocolos de riscos associados aos participantes 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desenvolvimento de contratos de projeto para uma clara definição das responsabilidades dos participantes que sejam consistente com os próximos acordos pelas organizações e modelos de negócios 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Declarações que definam requisitos legais 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Envolvimento de companhias de seguros para a existência de coberturas relativas às responsabilidades na conceção do projeto e dos modelos 	

A apresentação dos critérios testemunha de forma geral e simplista uma possível adaptação da metodologia atual para uma metodologia integrada. No entanto, é necessário ainda comparar a informação regulamentar resultante das fases análogas das duas metodologias.

4.2 COMPARAÇÃO ENTRE AS FASES DA METODOLOGIA TRADICIONAL E AS FASES DO PROJETO INTEGRADO

Para se poder realizar a comparação entre as fases típicas da metodologia tradicional e as fases do projeto integrado efetuou-se uma associação relativa das fases pelos seus conteúdos e objetivos e pela comparação fornecida pela AIA (Architects, T.A.I.o., 2007). As fases e os fluxos do projeto integrado apresentam grandes diferenças com as fases convencionais de um processo tradicional, como se pode constatar na figura 27. De notar, que as fases de Estudo Prévio e Anteprojeto foram agregadas pois a fase análoga do projeto integrado, a fase de *Detailed Design* integra o âmbito das duas.

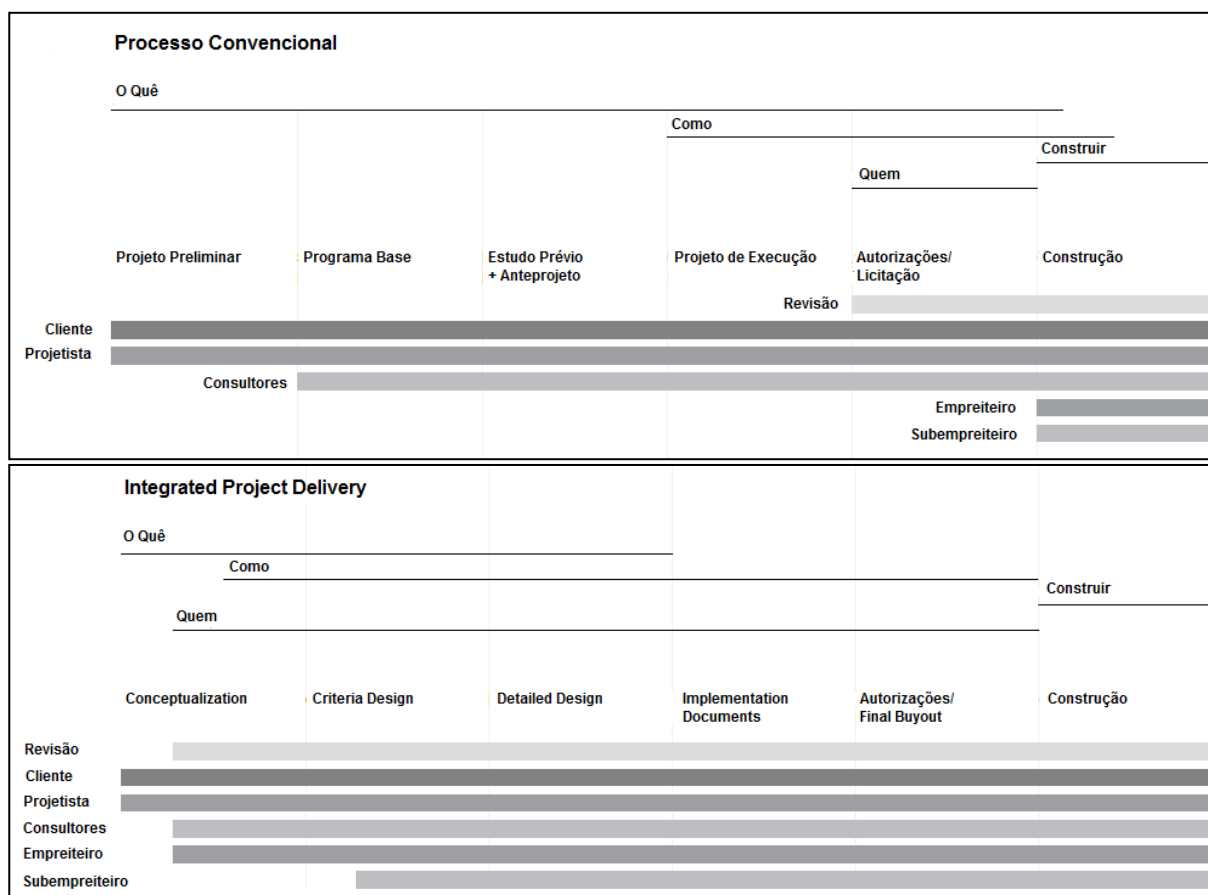


Fig. 27 – Fases de um processo tradicional e de um projeto integrado – adaptado de (Architects, T.A.I.o., 2007)

Algumas fases do projeto integrado (*Conceptualization, Criteria Design e Detailed Design*) podem tomar mais do dobro da duração relativamente aos processos tradicionais. Porém o tempo associado à produção de documentação para a construção é diminuído de um terço (Reed, g.a.B., 2009).

O resultado é que o projeto encontra-se definido e coordenado, antes do começo da construção, num patamar superior comparativamente à metodologia convencional, permitindo uma fase de construção mais eficiente e potencialmente mais curta (Council, T.A.I.o.A.C., 2007).

A definição dos objetivos chaves do projeto, referente ao que se deve construir, como o realizar e quem deve realizar as tarefas (O quê, Como e Quem), é transferida para os primórdios do projeto no IPD obrigando a uma participação inicial dos vários intervenientes. Esta antecipação possibilita um conhecimento mais cedo do que se deve construir, de modo a aperfeiçoar a solução pretendida.

A redefinição das fases no IPD é originada por dois conceitos: a informação adicionada desde o início da conceção do projeto pelos vários intervenientes e a capacidade do modelo simular e modelar o projeto de forma precisa pelas ferramentas BIM. O que origina um nível de conceção muito superior antes da fase de documentação começar.

4.2.1 COMPARAÇÃO COM AS NORMAS PORTUGUESAS

Todo o processo de empreendimento construtivo nacional desenvolve-se sob um enquadramento legislativo, normativo e de responsabilidade crescentes. A norma aplicável sobre as exigências e requisitos das diferentes fases na elaboração dos projetos de obras públicas é a portaria 701-H/2008 (Ministério Das Obras Públicas, T.e.C., 2008b) . As disposições especiais da secção 1 da norma referente aos edifícios são apresentadas.

As normas portuguesas serão comparadas com os requisitos e objetivos da definição prática do projeto integrado, desenvolvida pela AIA (Council, T.A.I.o.A.C., 2007). Essa definição representa uma descrição prática e resumida do documento sobre o guia do projeto integrado, também desenvolvido pela AIA (Architects, T.A.I.o., 2007). No guia do projeto integrado existe as tarefas que cada membro necessita de realizar. A decisão de não colocar essas responsabilidades tomou-se porque representaria um trabalho moroso e meramente de transcrição, existindo ainda uma facilidade na obtenção do documento. A não utilização das definições do guia sobre IPD também tem origem na documentação nacional não especificar as tarefas associadas a cada interveniente, daí ser mais correta a comparação pela definição prática.

Depois das fases de conceção do projeto, as características da fase de assistência técnica e os pesos relativos apresentados para o projeto integrado têm um caráter pessoal pois a definição da AIA não refere essa fase. Na fase de revisão do projeto, foi a definição da metodologia tradicional que não apresenta uma origem normativa, pois apesar de ser mencionada na portaria 701-H/2008, essa carece de uma descrição aprofundada. As fases de licitação, de construção e do fecho da obra da metodologia convencional serão analisadas a partir das normas do Código dos Contratos Públicos (Ministério Das Obras Públicas, T.e.C., 2008a).

A tabela 27 seguinte representa um resumo da associação das diversas fases entre a metodologia tradicional e as fases do projeto integrado, assim como os documentos utilizados na definição das mesmas.

Tabela 27 – Associação entre as fases da metodologia tradicional e as fases do projeto integrado

Associação das fases da metodologia tradicional com as fases do projeto integrado			
Fases da metodologia tradicional	Fonte	Fases do projeto integrado	Fonte
Programa Preliminar	Portaria 701-H	<i>Conceptualization</i>	Definição prática da AIA
Programa Base	Portaria 701-H	<i>Criteria Design</i>	Definição prática da AIA
Estudo Prévio	Portaria 701-H	<i>Detailed Design</i>	Definição prática da AIA
Anteprojecto ou Projecto Base	Portaria 701-H		Definição prática da AIA
Projecto de execução	Portaria 701-H	<i>Implementation Documents</i>	Definição prática da AIA
Assistência técnica	Portaria 701-H	/	Pessoal
Revisão do projecto	Pessoal	<i>Agency Review</i>	Definição prática da AIA
Licitação	CCP	<i>Buyout</i>	Definição prática da AIA
Construção	CCP	Construção	Definição prática da AIA
Fecho da obra	CCP	Fecho da obra	Definição prática da AIA

As descrições da definição prática das diferentes fases do projeto integrado esclarecem que os aspetos apresentados representam um ponto de partida e podem variar consoante as necessidades e as prioridades de cada projeto.

A análise das fases é efetuada pela divisão de 4 grupos face aos objetivos e requisitos inerentes de cada fase. A divisão é feita pelos seguintes grupos para tornar mais claro o âmbito de cada requisito:

- Trabalhos preliminares;
- Tarefas;
- Metas a alcançar;
- Resultados a obter.

4.2.2 PROGRAMA PRELIMINAR VS. *CONCEPTUALIZATION*Tabela 28 – Programa Preliminar vs. *Conceptualization*

	Metodologia Tradicional	Projeto Integrado
	Fase do Projeto	
Requisitos	Programa Preliminar (fornecido pelo dono de obra aos projetistas)	<i>Conceptualization</i> (definição do que se vai construir)
Trabalhos Preliminares	<ul style="list-style-type: none"> Características gerais da obra 	<ul style="list-style-type: none"> Obtenção de informação acerca dos utentes
	<ul style="list-style-type: none"> Localização do empreendimento 	<ul style="list-style-type: none"> Envolvimento de todos os intervenientes do processo para obtenção da máxima informação possível
	<ul style="list-style-type: none"> Elementos topográficos e geotécnicos 	
	<ul style="list-style-type: none"> Dados básicos de comportamento, funcionamento, exploração e conservação 	
	<ul style="list-style-type: none"> Tipos de utentes do edifício, a natureza e as medidas das respetivas atividades 	
Tarefas	<ul style="list-style-type: none"> Prazos para a elaboração do projeto e para execução da obra 	<ul style="list-style-type: none"> Com uso de BIM definição de: <ul style="list-style-type: none"> - dimensão - tempo - nível de detalhe
	<ul style="list-style-type: none"> Estimativas de custos e respetivos limite dos desvios 	<ul style="list-style-type: none"> Estimativa de custo reforçado com possibilidade de uso de BIM e definição de: <ul style="list-style-type: none"> -detalhes -sistemas -disponibilidade de custos
		<ul style="list-style-type: none"> Projetos auxiliares com resultados sobre qualidade, prazos e custos
		<ul style="list-style-type: none"> O cronograma preliminar é desenvolvido e associado ao modelo digital
		<ul style="list-style-type: none"> As metodologias de comunicação e tecnologias assim como parâmetros chaves são acordadas: <ul style="list-style-type: none"> - plataformas de BIM -administração e a manutenção de BIM -critérios de interoperabilidade - protocolos de transferência de informação -desenvolvimento das tolerâncias
Metas a alcançar	<ul style="list-style-type: none"> Objetivos da obra 	<ul style="list-style-type: none"> Objetivos de desempenho
		<ul style="list-style-type: none"> Objetivos da obra
Resultados a obter		<ul style="list-style-type: none"> Modelo Digital preliminar com o cronograma e estimativas de custo associados

O programa preliminar representa a primeira fase da metodologia tradicional portuguesa e é fornecido aos projetistas pelo dono de obra, constituindo as primeiras linhas sobre a construção pretendida. Na fase de *Conceptualization*, como os participantes estão todos presentes, já pode existir a definição do trabalho a realizar. A tabela seguinte representa a análise das duas fases.

Tabela 29 – Análise Programa preliminar vs. *Conceptualization*

Análise Programa Preliminar vs. <i>Conceptualization</i>	
Características semelhantes	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informação sobre o tipo de utentes 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Os prazos e os custos são estimados porém são enaltecidos com o uso de BIM no projeto integrado 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Os objetivos principais são definidos 	
Características diferentes	
Presentes no Programa Preliminar	Presentes na <i>Conceptualization</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ As condicionantes "<i>in situ</i>" são definidas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Projetos auxiliares sobre qualidade, prazos e custos são definidos
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desenvolvimento do modelo digital a partir do projeto preliminar
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Envolvimento de todos os intervenientes do processo para obtenção da máxima informação possível
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fase mais demorada pois mais esforço é necessário

Apesar da existência das características fundamentais idênticas, nessa primeira fase, já se nota o claro adiantamento dos trabalhos na fase do projeto integrado devido à participação ativa de todos os membros presentes da equipa.

4.2.3 PROGRAMA BASE VS. *CRITERIA DESIGN*Tabela 30 – Programa Base vs. *Criteria Design*

	Metodologia Tradicional	Projeto Integrado
	Fase do Projeto	
Requisitos	Programa Base (desenvolvido pelos projetistas)	<i>Criteria Design</i> (o projeto toma forma)
Trabalhos Preliminares	<ul style="list-style-type: none"> Principais condicionantes (legais, topográficos, ambientais...) 	
Tarefas	<ul style="list-style-type: none"> Esquema da obra e programação das atividades 	<ul style="list-style-type: none"> Com o uso de BIM (ou sem) o modelo informático é testado para vários cenários pensados
	<ul style="list-style-type: none"> Dimensionamento das diferentes partes constitutivas da obra 	<ul style="list-style-type: none"> Adicionais prazos são desenvolvidos
	<ul style="list-style-type: none"> Peças escritas e desenhadas e outros elementos informativos para esclarecimento do programa base 	<ul style="list-style-type: none"> O preço é definido e o âmbito também
	<ul style="list-style-type: none"> Estimativa do custo melhorada da obra e análise comparativa com as várias soluções propostas 	<ul style="list-style-type: none"> As melhores decisões para o projeto são tomadas
	<ul style="list-style-type: none"> Descrição sumária do comportamento, funcionamento, exploração e conservação da obra 	
	<ul style="list-style-type: none"> Justificação das necessidades de instalações de equipamentos, de circulações e também comunicações 	
	<ul style="list-style-type: none"> Propor uma ou mais soluções para análise 	
Metas a alcançar		<ul style="list-style-type: none"> Acordos para permitir a encomenda dos elementos pré-fabricados
		<ul style="list-style-type: none"> Os donos do projeto assinam o que será construído deixando a equipa integrada otimizar o projeto
		<ul style="list-style-type: none"> O modelo do edifício deve encontrar-se diretamente ligado ao modelo de custos
Resultados a obter	<ul style="list-style-type: none"> Organograma e representação gráfica das funções e das atividades dos utentes do edifício 	<ul style="list-style-type: none"> Modelo digital aprimorado
	<ul style="list-style-type: none"> Memória descrita e justificativas das soluções propostas 	

O programa base é apresentado de forma a proporcionar ao dono de obra a compreensão clara das soluções propostas pelo projetista, a partir das indicações expressas no programa preliminar. Na fase de *Criteria Design*, diferentes soluções são avaliadas e testadas, com o apoio de BIM o modelo pode ser experimentado para vários cenários, com o intuito do seu aperfeiçoamento.

Tabela 31 – Análise Programa Base vs. *Criteria Design*

Análise Programa Base vs. <i>Criteria Design</i>	
Características semelhantes	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Os custos são aprimorados contudo no <i>Criteria Design</i> o modelo de custos é associado ao modelo do edifício ▪ Os prazos e a programação das atividades são desenvolvidos ▪ Diferentes soluções são testadas 	
Características diferentes	
Presentes no Programa Base	Presentes na <i>Criteria Design</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ As peças escritas e desenhadas são desenvolvidas porém já estavam definidas no projeto integrado 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O modelo informático é testado e as melhores decisões são tomadas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ As condicionantes legais, topográficas e outras são analisadas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acordos na fase do processo integrado são realizados para a encomenda dos elementos pré-fabricados
<ul style="list-style-type: none"> ▪ O organograma e a programação são realizados mas no IPD já tinham sido desenvolvidos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O dono de obra assina o que será construído o que representa uma das principais diferenças das duas fases
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descrição sumária do comportamento, exploração e comunicação 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fase mais demorada pois mais esforço é necessário
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Justificação das necessidades de instalações de equipamentos, de circulações e comunicações 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existência da primeira deteção de erros mas o reconhecimento das responsabilidades é complicado devido à quantidade de membros e a sobreposição de tarefas

Devido à informação ser retirada de uma portaria regulamentada, os requisitos apresentado pela norma apresenta um carácter mais minucioso e específico. Alguns inconvenientes podem ser apontados à fase de programa base. Com frequência os projetistas fazem múltiplos estudos que servem apenas para o dono de obra afinar o programa preliminar. Outro inconveniente provém do dono de obra não formalizar a aprovação da solução pretendida. Na fase de *Criteria Design*, o dono de obra já assina o que será construído, este aspeto representa uma mudança significativa perante a metodologia tradicional.

Como as fases de Estudo Prévio e Anteprojecto são comparadas à fase de *Detailed Design*, apesar da demonstração das duas fases ser separada a sua análise será realizada em conjunto.

4.2.4 ESTUDO PRÉVIO VS. *DETAILED DESIGN*Tabela 32 – Estudo Prévio vs. *Detailed Design*

	Metodologia Tradicional	Projeto Integrado
	Fase do Projeto	
Requisitos	Estudo Prévio	<i>Detailed Design</i> (conclusão acerca do que se constrói)
Trabalhos Preliminares	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elementos necessários à definição esquemática: <ul style="list-style-type: none"> - implantação do edifício - integração urbana e paisagística do edifício - acessos ao terreno e de disposições de águas, gás, eletricidade e outras - conservação ou demolições de construções existentes no terreno 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Soluções do Programa Base 	
Tarefas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elementos gráficos elucidativos (plantas, alçados, perfis...) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Os maiores itens são definidos incluindo equipamentos e móveis
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dimensionamento aproximado e características principais dos elementos fundamentais da obra <ul style="list-style-type: none"> ▪ Definição geral dos processos, materiais e equipamentos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O nível de qualidade é estabelecido
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análise melhorada dos custos e prazos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ As especificações são desenvolvidas segundo os sistemas acordados <ul style="list-style-type: none"> ▪ Com o uso de BIM: <ul style="list-style-type: none"> - análise de inconsistências - criação de protocolos para gestão de informação - a estimativa do custo é apurada e de confiança
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análise prospetiva do desempenho térmico, energético, qualidade do ar e outros sistemas ativos 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Representação gráfica com: <ul style="list-style-type: none"> - Organização dos espaços interdependência de áreas e volumes explicitando as inter-relações - Compartimentação genérica do edifício, tendo os sistemas de comunicações e de circulações 	
Metas a alcançar		<ul style="list-style-type: none"> ▪ No final desta fase as peças escritas e desenhadas estão totalmente concluídas
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ No fim de <i>Detailed design</i> todos os elementos estão coordenados e devidamente calculados
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existe a integração dos subempreiteiros e fornecedores no projeto para dúvidas sobre o projeto
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Os elementos do modelo devem ser representações dos elementos verdadeiros para verificações do projeto
Resultados a obter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memória descritiva e justificativa da solução adotada 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelo digital consolidado com análises suplementares
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimativa justificada do custo 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planeamento das primeiras tarefas 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peças desenhadas gerais 	

4.2.5 ANTEPROJETO VS. DETAILED DESIGN

Tabela 33 – Anteprojeto vs. Detailed design

	Metodologia Tradicional	Projeto Integrado
	Fase do Projeto	
Requisitos	Anteprojeto	Detailed Design (conclusão acerca do que se constrói)
Trabalhos Preliminares	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecimento geológico e o estudo correspondente geotécnico, fornecido pelo dono de obra 	
Tarefas	<ul style="list-style-type: none"> Solução aprovada do estudo prévio e desenvolvimento da mesma 	<ul style="list-style-type: none"> As especificações são desenvolvidas segundo os sistemas acordados
	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação das quantidades de trabalho dos grandes itens e respetivos mapas de trabalho 	<ul style="list-style-type: none"> Os maiores itens são definidos incluindo equipamentos e móveis
	<ul style="list-style-type: none"> Estimativa do custo atualizada 	<ul style="list-style-type: none"> Com o uso de BIM: <ul style="list-style-type: none"> - análise de inconsistências - criação de protocolos para gestão de informação - a estimativa do custo é apurada e de confiança
	<ul style="list-style-type: none"> Elementos de estudo que serviram às tomadas de decisão 	<ul style="list-style-type: none"> O nível de qualidade é estabelecido
	<ul style="list-style-type: none"> Peças desenhadas e escritas à escala e esquemas das instalações técnicas para averiguar as compatibilidades 	
	<ul style="list-style-type: none"> Dimensionamento da solução do condicionamento térmico 	
	<ul style="list-style-type: none"> Localização e caracterização do mobiliário fixo 	
	<ul style="list-style-type: none"> Definições dos materiais 	
Metas a alcançar		<ul style="list-style-type: none"> No final desta fase as peças escritas e desenhadas estão totalmente concluídas
		<ul style="list-style-type: none"> Todos os elementos estão coordenados e devidamente calculados
		<ul style="list-style-type: none"> Existe a integração dos subempreiteiros e fornecedores no projeto para dúvidas sobre o projeto
		<ul style="list-style-type: none"> Os elementos do modelo devem ser representações dos elementos verdadeiros para verificações do projeto
Resultados a obter	<ul style="list-style-type: none"> Mapas de trabalho 	<ul style="list-style-type: none"> Modelo digital consolidado com análises de inconsistências
	<ul style="list-style-type: none"> Mapa dos espaços técnicos verticais e horizontais e a sua localização 	
	<ul style="list-style-type: none"> Programa geral de trabalho 	
	<ul style="list-style-type: none"> Planta topográfica de implantação do edifício com a sua integração urbana e paisagística 	
	<ul style="list-style-type: none"> Peças desenhadas gerais mais detalhadas 	
	<ul style="list-style-type: none"> Memórias descritivas e justificativas da solução adotada 	

O estudo prévio desenvolve as soluções aprovadas no Programa Base, sendo constituído por peças escritas e desenhadas e por outros elementos informativos, de modo a possibilitar ao dono de obra a fácil apreciação das soluções propostas pelo projetista e o seu confronto com os elementos constantes naquele.

O Anteprojeto, ou Projeto base, desenvolve a solução do Estudo prévio aprovado, sendo constituído por peças escritas e desenhadas e outros elementos de natureza informativa que permitam a conveniente definição e dimensionamento da obra, bem como o esclarecimento da sua execução.

A fase de *Detailed design* da metodologia IPD conclui a fase do conhecimento acerca do que se irá construir. Durante esta fase, todas as decisões fundamentais são finalizadas. Esta fase inclui muito do que é realizado na fase de Projeto de Execução da prática tradicional.

Tabela 34 – Análise Estudo Prévio e Anteprojeto vs. *Detailed Design*

Análise Estudo Prévio + Anteprojeto vs. <i>Detailed Design</i>		
Características semelhantes		
▪ A caracterização do mobiliário é efetuada		
▪ Dimensionamento e características principais dos elementos fundamentais da obra e análise de compatibilidades		
▪ Custos aprimorados, no IPD esses custos são bastantes rigorosos		
▪ A solução escolhida é desenvolvida, sendo que na <i>Detailed Design</i> a solução fica terminada nesta fase		
Características diferentes		
Presentes no Estudo Prévio	Presentes no Anteprojeto	Presentes no <i>Detailed Design</i>
▪ As soluções do Programa Base são obtidas, soluções que já foram analisadas na fase anterior no IPD	▪ Mapas de trabalho, de espaços e de programas são definidos, no IPD já tinham sido efetuados	▪ Os subempreiteiros são integrados na equipa
▪ O reconhecimento geológico e geotécnico é prosseguido nessa fase	▪ Dimensionamento da solução do condicionamento térmico é produzido	▪ A equipa desenvolve mais soluções e a coordenação do projeto é superior
▪ Integração urbana e paisagística dos edifícios, disposições de água, gás, eletricidade e demolições e conservação existentes no terreno	▪ Memória descritiva e justificativa	▪ Criação de protocolos para a gestão de informação de BIM
▪ Definição geral dos processos, materiais e equipamentos e organização do estaleiro, aspetos já definidos no IPD	▪ Planta topográfica de implantação do edifício com a sua integração urbana e paisagística	
▪ Análise prospetiva do desempenho térmico, energético, qualidade do ar e outros sistemas ativos		

Na fase de *Detailed Design* aparece, a par dos outros membros existentes, a integração dos subempreiteiros de forma a discutir os sujeitos das suas respetivas especialidades. Devida à extensa troca informativa, a necessidade de criar protocolos e uma gestão eficiente da informação dos ficheiros BIM é requerida. Pela interoperabilidade e comunicação dos intervenientes, existem mais soluções possíveis para o desenvolvimento do projeto.

Na fase de Estudo Prévio as soluções do Programa Base são obtidas, soluções já foram analisadas anteriormente na fase de *Criteria Design* do IPD. As análises térmicas e energéticas apesar de não serem especificadas diretamente na definição do projeto integrado podem ser desenvolvidas diretamente a partir das ferramentas BIM, com uma precisão elevada.

À fase de Anteprojeto é associado vários defeitos, como a avaliação pouco rigorosa dos custos, um tempo demasiado reduzido para a realização das tarefas necessárias e uma falta de coerência entre os documentos significativa.

No Anteprojeto existe a definição e o desenvolvimento da solução do Estudo Prévio aprovado, porém o desenvolvimento é fundamentalmente informativo e com o intuito de esclarecer o modo de execução. Este ponto demonstra o contraste com a fase análoga do IPD pois na fase de *Detailed Design*, todas as peças desenhadas e escritas são devidamente dimensionadas, calculados e coordenadas. Este ponto representa um avanço considerável face à metodologia convencional, pois constitui uma boa parte do trabalho que se realizará na fase de Projeto de execução da metodologia tradicional.

4.2.6 PROJETO DE EXECUÇÃO VS. *IMPLEMENTATION DOCUMENTS*Tabela 35 – Projeto de Execução vs. *Implementation Documents*

	Metodologia Tradicional	Projeto Integrado
	Fase do Projeto	
Requisitos	Projeto de execução	<i>Implementation documents</i>
Trabalhos Preliminares	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resultados da análise do reconhecimento geotécnico e do estudo geológico 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Localização do edifício em que se insere e as vias públicas que o servem 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Movimentos de terra exigidos 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arruamentos 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muros de suporte e construções exteriores 	
Tarefas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desenvolvimento do projeto base aprovado e apresentação da informação desenhada e escrita da execução obedecendo à regulamentação 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O ensaio dos processos é possível em 4D: <ul style="list-style-type: none"> - validar programas - validar sequências e explorar logísticas de processos - Afinação de pormenores para mais eficiência <ul style="list-style-type: none"> ▪ Os custos são finalizados via 5D: - os custos dos componentes dos edifícios são apresentados no modelo - todos os intervenientes finalizam os seus custos
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elementos do estudo de condicionamentos acústicos e verificação térmica com plantas, memórias descritivas e justificativas e especificações técnicas 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculos relativos e justificados 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medições e mapas de quantidade 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Orçamento baseado nas quantidades e qualidades do trabalho e das medições 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Condições do caderno de encargos 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir os traçados de todas as redes 	
Metas a alcançar		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pré-fabricação é iniciada
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Propostas por membros exteriores para realização de uma parte do modelo digital
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informação necessária: <ul style="list-style-type: none"> - aquisição, montagem e disposição - programa detalhado - legal e processual
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Os objetivos e os métodos são finalizados e documentados
Resultados a obter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peças desenhadas regulamentadas, indicações numéricas e pormenores importantes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Documentos para terceiros são criados, como por exemplo projetos financeiros para bancos
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mapa de trabalho 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelo digital finalizado e validado
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caderno de encargo 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plano de segurança da equipa projetista 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Projetos de espaços exteriores 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Projetos de arquitetura específicos 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Projetos de escavação e de contenção 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memória descritiva e justificativa completa 		

O Projeto de Execução desenvolve o Projeto Base aprovado, sendo constituído por um conjunto coordenado das informações escritas e desenhadas de fácil e inequívoca interpretação por parte das entidades intervenientes na execução da obra. Por outro lado, na fase de *Implementation Documents* existe a conclusão do conhecimento do que se vai criar, passando para a documentação de como executar o que se pretende.

Tabela 36 – Análise Projeto de execução vs. *Implementation Documents*

Análise Projeto de execução vs. <i>Implementation Documents</i>	
Características semelhantes	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nas duas fases a disposição espacial do processo é realizado assim como as características dos materiais, elementos, sistemas e equipamentos ▪ Os diferentes orçamentos são acabados e justificados, na <i>implementation Documents</i> é feito via BIM em 5D ▪ Os programas de trabalho são finalizados mas com a capacidade 4D de BIM as validações são mais eficazes <ul style="list-style-type: none"> ▪ Os objetivos são finalizados e devidamente documentados 	
Características diferentes	
Presentes no Projeto de execução	Presentes na <i>Implementation Documents</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definição dos arruamentos, movimentos de terra, muros de suporte e outras construções exteriores 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A fase é mais curta que no projeto de execução pois no início da fase já todos os edifícios e sistemas se encontram definidos e coordenados
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desenvolvimento da informação desenhada e escrita do projeto base aprovado porém no projeto integrado já se encontrava definido 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realiza-se documentos para propostas apenas para terceiros, fora da equipa integrada
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estudos e suas memórias descritivas e justificativas da acústica e da térmica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pré-fabricação pode ser encomendada pois o modelo está suficientemente definido
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planos de segurança, projetos de espaços exteriores, projetos de escavação e contenção periférica são realizados 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Propostas por membros exteriores à equipa integrada do desenvolvimento de uma parte do modelo digital por subempreiteiros especializados
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Define-se o caderno de encargo, no processo integrado já foi assinado o que seria feito na fase de <i>Criteria Design</i> 	

Pelo esforço apresentada nas fases anteriores no projeto integrado, a fase de *implementation Documents* requer menos esforço e subsequentemente tem uma duração menor. A utilização em certos gabinetes de BIM na metodologia atual em Portugal existe. Porém as características do processo construtivo do IPD exigem e tiram partido da totalidade das capacidades de BIM, via as suas análises de validação de prazos e associação dos custos dos componentes diretamente no modelo digital desenvolvido. De notar que a quantidade de resultados obtidos na fase de Projeto de Execução é largamente superior, pelo teor normativo em que se insere.

A fase de Projeto de Execução costuma apresentar várias debilidades. Pouco cuidado com os aspetos relativos às tecnologias de execução e os condicionamentos do estaleiro provocando contestações posteriores. Uma avaliação pouco rigorosa dos custos, um investimento diminuto na coordenação técnica e documental e finalmente uma inexistência de formatação comum a todas as fases.

4.2.7 ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Tabela 37 – Análise da Assistência técnica entre as duas metodologias

Assistência técnica	
Metodologia Tradicional	Projeto Integrado
Assistência Técnica (projeto) (assistência técnica do projetista ao dono de obra)	Em projeto integrado a existência de Assistência Técnica não é muito adequada
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Esclarecimento de dúvidas relativas ao projeto durante a preparação do processo do concurso para adjudicação da empreitada 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não existe o esclarecimento de dúvidas para concurso pois essa fase não existe em projeto integrado sendo o empreiteiro e subempreiteiros já definidos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prestações de informações e esclarecimentos solicitados por candidatos e concorrentes sobre problemas relativos à interpretação das peças escritas e desenhadas do projeto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Como o dono de obra e o cliente encontram-se integrados durante a fase de projeto, essa prestação de apoio é diferente e menos acentuada visto eles também fazerem parte da equipa
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prestação de apoio ao dono da obra na apreciação e comparação da qualidade das soluções técnicas, de variantes ou alterações que sejam apresentadas 	

Na metodologia convencional, o projetista tem o direito de exigir e a obrigação de garantir a assistência técnica necessária ao dono da obra na fase de procedimento de formação do contrato, até a adjudicação da obra.

Conforme se pode analisar, a fase de Assistência Técnica é inapropriada e de necessidade reduzida no projeto integrado pelo seu teor coesivo entre os intervenientes no processo construtivo.

Um aspeto importante apresentado no **artigo 12º** da portaria 701-H reside nos pesos relativos regulamentados das diferentes fases do projeto tabela 38 (Ministério Das Obras Públicas, T.e.C., 2008b). As percentagens dos pesos relativos representam uma ajuda para efeitos de planeamento.

Tabela 38 – Pesos relativos das diferentes fases do processo tradicional

Pesos relativos das diferentes fases do processo tradicional conforme a portaria 701-H	
Fases do projeto	Percentagem (%)
Programa Base	10
Estudo Prévio	20
Anteprojeto	20
Projeto de execução	35
Assistência técnica	15

Os pesos relativos mencionados podem ser alterados para poderem ser adaptados consoante o projeto em estudo, contudo o **artigo 13º** da portaria 701-H tece alguns critérios, como se pode verificar na seguinte tabela.

Tabela 39 – Critérios dos pesos relativos

Critérios dos pesos relativos pela norma 701-H
<ul style="list-style-type: none">▪ A norma especifica que em função da complexidade e dimensão de cada projeto e com fundamentação adequada podem ser definidos outros pesos relativos ou percentagens para cada fase do projeto sem prejuízo do 2º parâmetro
<ul style="list-style-type: none">▪ O 2º parâmetro estipula que nos casos previstos no número anterior não pode ser atribuído uma percentagem acumulada superior a 50% para o Programa base, Estudo prévio e Anteprojecto

Pelas características apontadas sobre a assistência técnica e a diferença de durações das diferentes fases mencionadas, uma adaptação ao projeto integrado pode ser realizada.

De referir que as percentagens representam uma ajuda respetiva à importância e ao esforço gasto em cada fase. O perfeito seguimento desses valores nas construções atuais é dúbia, daí as grandes mudanças de esforço apresentado pela incorporação da metodologia IPD não representar grandes complicações nesse sentido.

4.2.8 REVISÃO DO PROJETO VS. AGENCY REVIEW

Tabela 40 - Revisão do projeto vs. Agency Review

Metodologia Tradicional	Projeto Integrado
Revisão do projeto	Agency Review
<ul style="list-style-type: none"> A equipa independente de técnicos, de reconhecida capacidade, analisa os projetos avaliando a qualidade e pormenorização das soluções apresentadas Esta fase sendo frequentemente iniciada na final do Projeto de Execução obriga algumas vezes a esperas na obtenção de permissões o que torna a fase mais demorada 	<ul style="list-style-type: none"> As validações e o envolvimento antecipada das agências permite diminuir os tempos necessários de análise O BIM fornece informação diretamente ou em dados acoplados que melhora e simplifica a verificação o cumprimento da regulamentação Os <i>software</i> de análise podem usar o modelo informático para validar o desempenho e os critérios em análise de forma rápida O processo integrado necessita que os empreiteiros e os comerciantes apresentem as suas análises e respondam a questões pois eles próprios desenvolveram porções do projeto A fase começa na conceção de critérios e intensifica-se na fase final de revisão, ou seja, nesta fase

A aposta da qualidade pode ser melhorada por recurso à revisão de projeto onde uma equipa independente de técnicos, analisa os projetos avaliando a qualidade e pormenorização das soluções apresentadas, o dimensionamento e natureza dos trabalhos e executar.

No processo tradicional esta fase representa um compasso de espera problemático, pois as necessidades de possíveis mudanças no projeto para conseguir as licenças atrasam todo o processo.

Tabela 41 – Análise de Revisão do projeto vs. Agency Review

Análise de Revisão de projeto vs. Agency Review	
Características semelhantes	
<ul style="list-style-type: none"> Produção de documentos das avaliações 	
Características diferentes	
<ul style="list-style-type: none"> Fase mais demorada 	<ul style="list-style-type: none"> O envolvimento das agências a partir da fase <i>Criteria Design</i> permite diminuir os tempos de negociações
<ul style="list-style-type: none"> Quebra entre a realização do projeto, a sua revisão e a posterior entrega do projeto para execução 	<ul style="list-style-type: none"> O BIM fornece informação diretamente ou em dados acoplados simplificando a verificação do cumprimento da regulamentação Os <i>software</i> de análise podem usar o modelo informático para validar o desempenho e os critérios em análise de forma rápida O processo integrado necessita que os empreiteiros e os comerciantes apresentem as suas análises e respondam a questões pois eles próprios desenvolveram porções do projeto

4.2.9 FASE DE LICITAÇÃO VS. *BUYOUT*

Tabela 42 - Fase de Licitação vs. *Buyout*

Metodologia Tradicional	Projeto Integrado
<p>Fase de licitação (o projeto é licitado por vários empreiteiros)</p> <ul style="list-style-type: none"> Existência de muitos tipos de procedimentos de contratos: <ul style="list-style-type: none"> - Ajuste direto - Concurso público Concurso limitado por prévia qualificação <ul style="list-style-type: none"> - Procedimento de negociação - Diálogo concorrencial 	<p>Buyout (conclusão das últimas negociações de contratos)</p> <ul style="list-style-type: none"> Como o projeto é totalmente integrado o envolvimento dos empreiteiros, subempreiteiros e fornecedores é inicial, eles necessitam de assegurar que serão eles os selecionados para o projeto
<ul style="list-style-type: none"> Interrupção do fluxo construtivo 	<ul style="list-style-type: none"> As definições das intervenientes chaves já estarão definidas. As propostas de negociações ocorrerão pelos membros que não se encontraram incluídos no projeto integrado
<ul style="list-style-type: none"> A fase é bastante demorada, pois os empreiteiros pedem esclarecimentos do projeto, existem prazos para apresentação das propostas e as suas análises 	<ul style="list-style-type: none"> O modelo digital apresenta oportunidades de ofertas de propostas para a realização de apenas uma parte do modelo
	<ul style="list-style-type: none"> O projeto integrado insere uma grande variedade de estratégias de negociações baseado no nível de participação no projeto
	<ul style="list-style-type: none"> Os compromissos dos preços dos intervenientes principais são desenvolvidos consoante um esforço contínuo, com muitos subempreiteiros e fornecedores a apurar os seus preços durante o processo

No IPD, a participação e a integração adiantada dos fornecedores e dos subempreiteiros traduz-se no desenvolvimento dos acordos financeiros através das diferentes fases, culminando na fase de *Implementation Documents*. Esta fase é bastante mais curta, pois as principais negociações já se encontram realizadas.

A fase de licitação da metodologia tradicional tem muita regulamentação, prazos para apresentação de propostas, negociação e análise de propostas, originando uma fase alongada e penosa. Contudo, pela possível participação de vários candidatos, a oferta é muito variada e pode representar boas opções para o cliente. A tabela seguinte demonstra a análise entre as duas fases.

Tabela 43 - Análise Fase de licitação vs. *Buyout*

Análise Fase de licitação vs. <i>Buyout</i>	
Características semelhantes	
<ul style="list-style-type: none"> Conclusão das últimas negociações relativas a todos os intervenientes da obra 	
Características diferentes	
<ul style="list-style-type: none"> Muitas propostas são apresentadas, representando um grande leque de escolha para o cliente 	<ul style="list-style-type: none"> O projeto integrado apresenta vários tipos de negociações possíveis e afinados baseados no tipo de participação no projeto
<ul style="list-style-type: none"> Uma clara quebra no fluxo do processo construtivo com a aparição de novos intervenientes 	<ul style="list-style-type: none"> Os preços das intervenientes chaves já estarão definidos. As propostas de negociações ocorrerão primeiramente pelos membros que não se encontraram incluídos no projeto integrado

4.2.10 FASE DE CONSTRUÇÃO

Tabela 44 - Fase de construção da metodologia tradicional e do projeto integrado

Metodologia Tradicional	Projeto Integrado
Fase de construção	Fase de construção
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fase que os arquitetos consideram a fase final do projeto pois as questões e as soluções são definidas para os problemas reais 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O modelo informático pode ser ampliado ou aprimorado para melhorar os processos de pedidos de informação existentes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Esclarecimento de dúvidas de interpretação, a ambiguidades ou omissões de projeto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Representa a fase onde os benefícios do modelo integrado são realizados
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaboração das peças de alteração do projeto necessária a correções 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A maioria dos conflitos foi resolvida virtualmente
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apreciação de documentos de ordem técnica apresentados pelo empreiteiro ao dono de obra incluindo a sua compatibilidade com o projeto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consistência da informação e da documentação disponível para todos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Telas finais verificando a conformidade e as alterações do projeto de execução 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilização de mais elementos pré-fabricados
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fornecimentos e montagens 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mais atenção na segurança para efetuar os trabalhos em ambiente controlado
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Administração de contratos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Um modelo digital 3D ajustado baseado em condições construíveis
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ensaios 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O programa de trabalho é acoplado ao modelo informático para permitir a visualização e os desvios planeados das sequências de atividades e das suas durações

A fase de construção da metodologia tradicional representa a fase de esclarecimento de dúvidas de interpretação, onde as questões e as soluções são definidas para os problemas reais. Pela falta de aconselhamento prático na fase de conceção, a existência de omissões e incompatibilidades ainda é substancial, o que origina um atraso na construção devido às mudanças necessárias.

Por outro lado, no projeto integrado existem menos pedidos de informação pois os principais intervenientes foram envolvidos no desenvolvimento do projeto e na elaboração da documentação construtiva. A fase de construção representa a fase onde os benefícios do projeto integrado com a utilização integral das capacidades de BIM são realizados.

Tabela 45 - Análise da fase de construção da metodologia tradicional e do projeto integrado

Análise entre as fases de construção	
Características semelhantes	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alguns documentos desta fase de administração de construção permanecem semelhantes às práticas correntes como: <ul style="list-style-type: none"> - Mudanças pretendidas, particularmente pelo cliente devem ser formalmente negociadas e documentadas - O planeamento e o progresso serão sujeitos à avaliação periódica - O controlo de qualidade, inserção e os testes 	
Características diferentes	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Telas finais verificando a conformidade e as alterações do projeto de execução 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menos pedidos de informação pois os principais intervenientes foram envolvidos no desenvolvimento dos objetivos do projeto e da documentação construtiva
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apreciação de documentos de ordem técnica apresentados pelo empreiteiro ao dono de obra incluindo a sua compatibilidade com o projeto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menos esforços de administração no terreno porque os conflitos foram resolvidos virtualmente
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Melhor entendimento do conteúdo do projeto devido à consistência da informação e da documentação disponível para todos
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menos desperdício devido a uma maior utilização de elementos pré-fabricados
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O modelo informático pode ser ampliado ou aprimorado para melhorar os processos de pedidos de informação
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Um modelo digital 3D ajustado baseado em condições construíveis e acoplado ao programa de trabalho para permitir a visualização e os desvios planeados das sequências de atividades e das suas durações

Nos projetos integrados, a conceção e a implantação do projeto foram finalizadas durante as fases de *Detailed Design* e *Implementation Documents*. Devido a essas características, a fase de construção representa maioritariamente uma fase de controlo de qualidade e de monitorização de custos. O esforço acrescido da fase de conceção traduz-se numa fase de construção mais eficiente. A diminuição de conflitos e pedidos de informação é esperada devido ao envolvimento dos construtores na conceção, sejam eles o empreiteiro ou os subempreiteiros especializados. O modelo digital encontra-se acoplado ao programa de trabalhos para permitir um controlo dos desvios, das sequências e das durações das atividades.

4.2.11 FECHO DA OBRA

Tabela 46 – Fecho da obra da metodologia tradicional e do projeto integrado

Metodologia Tradicional	Processo Integrado
Fecho da obra	Fecho da obra
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Liquidação do preço correspondente a quantidade de trabalhos realizados 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Esta fase inclui o cálculo apropriado dos créditos e dos prémios
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análise das possíveis penalizações ou prémios 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análise de existência de compensações ou penalidades
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Logo que a obra esteja concluída, é necessária realizar a vistoria para verificação das obrigações contratuais e legais 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O modelo 3D inteligente pode ser entregue ao cliente para manutenção e conservação
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A partir da realização da vistoria é assinado, pelos intervenientes, um auto para declarar se existe condições para a obra ser recebida 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O modelo BIM pode ser usado para comparar o desempenho atual com o esperado
<ul style="list-style-type: none"> ▪ À obra, está associada uma garantia no qual o empreiteiro encontra-se obrigado a corrigir todos os defeitos da obra segundo uns prazos e critério regulamentares 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ As obrigações de garantias, ocupação e notificações complementares mantêm-se inalteradas devido ao estatuto legal requerido
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uma informação do edifício mais completo é providenciada ao cliente para uma manutenção a longo termo
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ As garantias de qualidade das instalações e dos defeitos dos produtos são similares às práticas correntes

No projeto integrado, um possível modelo 3D inteligente pode ser entregue ao cliente para a manutenção e utilização do edifício construído. Nas duas metodologias, o fecho da obra depende muito dos termos acordados entre os intervenientes.

Tabela 47 - Análise da fase do término da obra entre as duas metodologias

Análise do fecho da obra entre as duas metodologias	
Características semelhantes	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Garantias de qualidade das instalações e dos defeitos dos produtos 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo apropriado dos créditos e dos prémios 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ As obrigações de garantias, ocupação e notificações complementares devido ao estatuto legal requerido 	
Características diferentes	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Um possível modelo 3D inteligente pode ser entregue ao cliente
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O modelo BIM pode ser usado para comparar o desempenho atual com o esperado

No projeto convencional assim como na metodologia IPD, essas fases são semelhantes pelo seu carácter regulamentar, como por exemplo, o cálculo apropriado de compensações e de penalidades e o período de garantias obrigatório.

4.2.12 ANÁLISE GLOBAL DAS FASES DA METODOLOGIA TRADICIONAL E DO PROJETO INTEGRADO

Tabela 48 – Análise global entre as principais fases de uma obra

Análise global das fases entre as duas metodologias
Duração
<ul style="list-style-type: none"> ▪ No projeto integrado muitas tarefas das 3 primeiras fases são antecipadas relativamente às fases correspondentes tradicionais, devido ao esforço e às suas durações superiores ▪ A fase de <i>Implementation Documents</i> é menos demorada que a fase de Projeto de Execução pois os edifícios e sistemas já se encontram definidos ▪ A fase de construção é potencialmente mais curta no projeto integrado devido ao aumento de esforço dado à conceção <ul style="list-style-type: none"> ▪ O facto dos vários intervenientes fazerem parte integrante da conceção do projeto no IPD elimina as durações e as entregas sucessivas de aprovação entre os representantes do cliente e os projetistas ▪ Sendo que no projeto integrado não existe uma fase verdadeira de licitação e apenas o fim das negociações financeiras com os intervenientes representa uma considerável diminuição de tempo ▪ O IPD permite o envolvimento mais cedo das agências para efetuar as validações, de forma a diminuir o período de obtenção dos seus pareceres
Ferramentas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A utilização de BIM na metodologia convencional já existe porém está longe da sua potencialidade máxima. O projeto integrado preconiza e oferece um ambiente preferível para um aproveitamento total das capacidades de BIM ▪ No IPD, os custos, planeamentos e gestão são ligados ao modelo digital representando um controlo muito superior, de notar que numerosos tipos de análises também são efetuados
Documentação
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A documentação a produzir como as memórias descritivas e justificativas e cadernos de encargo são semelhantes só que no processo tradicional são mais tardias <ul style="list-style-type: none"> ▪ Há existência de outra documentação específica do IPD como: <ul style="list-style-type: none"> - Protocolos e acordos de gestão de informação - Propostas para desenvolvimento de partes do modelo digital

Tabela 48 – Análise global entre as principais fases de uma obra (continuação)

Análise global das fases entre as duas metodologias
Requisitos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A definição prática desenvolvida pela AIA carece de muitos requisitos por ser muito genérica mas muitos aspetos encontram-se implícitos na definição e presentes nas responsabilidades dos intervenientes no guia do IPD da AIA, como as condicionantes "in situ"
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muitas tarefas são semelhantes nos dois processos apesar de muitas serem aprimoradas no projeto integrado
<ul style="list-style-type: none"> ▪ As análises térmicas, energéticas, de qualidade do ar apesar de não serem definidos no processo integrado é conhecida a existência dessas possibilidades usando BIM
<ul style="list-style-type: none"> ▪ As disposições de água, gás, eletricidade e inserção paisagísticas mesmo que não sendo claramente dito na definição do IPD encontram-se implícitas ao modelo digital criado
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A acessibilidade ao estaleiro bem como os movimentos de terra mencionados nas normas portuguesas podem permanecer idênticos no IPD
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Os planos de segurança, escavação, espaços exteriores e contenção periféricas fazem parte dos planos necessários e existentes no IPD mas que não foram mencionados na definição prática da AIA
Membros
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apesar da dinâmica diferente existente no projeto integrado, a diferença dos papéis dos diferentes membros da metodologia tradicional não se alteraria de forma significativa na sua essência apenas deveriam habituar-se à mudanças de fluxo de trabalho e utilização superior das ferramentas digitais
Aspetos gerais
<ul style="list-style-type: none"> ▪ O esforço dado à conceção do projeto é consideravelmente aumentado no IPD, necessitando uma participação inicial conjunta e ativa dos intervenientes da equipa
<ul style="list-style-type: none"> ▪ O facto que na fase de <i>Criteria Design</i>, correspondente ao Programa Base, já ser assinado o que se irá realizar representa uma das maiores vantagens pois a partir desse ponto o projeto já é testado e otimizado
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existe uma preocupação acrescida no processo integrado na utilização de elementos pré-fabricados na obra
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A deteção dos erros e o reconhecimento das responsabilidades é complicado no projeto integrado devido ao número de membros das equipas e sobreposição de tarefas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ O IPD transfere muitas das tarefas do processo convencional para fases anteriores, criando mais tempo para o desenvolvimento e aperfeiçoamento do projeto
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A assistência técnica no projeto integrado é inapropriada pelo teor coesivo entre os intervenientes durante o processo.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A participação de vários candidatos na metodologia convencional representa uma oferta muito variada e boas opções para o cliente
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A diminuição de conflitos, desperdícios e de pedidos de informação é esperado no projeto integrado devido ao envolvimento dos construtores na conceção do projeto
<ul style="list-style-type: none"> ▪ No projeto integrado, um possível modelo 3D inteligente pode ser entregue ao cliente para a manutenção e utilização do edifício construído

4.3 QUESTIONÁRIO

A opinião por parte de um profissional para avaliar uma nova metodologia é importante. A visão e o conhecimento do processo construtivo podem oferecer um prisma diferente sobre a adaptabilidade do projeto integrado e uma utilização de BIM.

Na escolha de um tipo de questionário depara-se com dois grandes grupos, o método quantitativo e o método qualitativo. A escolha deve ser feita consoante os resultados que advirão e da utilização pretendida, tendo os dois métodos naturezas completamente diferentes devido ao tipo de dados recolhidos sejam eles quantitativos ou qualitativos.

A investigação quantitativa apresenta como objetivo a identificação e apresentação de dados, indicadores e tendências observáveis, sendo geralmente apropriado quando existe a possibilidade de recolha de medidas quantificáveis de variáveis e inferências a partir de amostras de uma população. A investigação qualitativa, ao inverso da investigação quantitativa trabalha com crenças, representações, hábitos, atitudes e opiniões. Neste tipo de investigação, o investigador desenvolve conceitos, ideias e entendimentos a partir de padrões encontrados nos dados, em vez de recolher dados para comprovar modelos, teorias ou verificar hipóteses (Miranda, B., 2008). Ora, no âmbito deste trabalho e sendo o objetivo de recolher o parecer de apenas dois gabinetes de projeto é fácil reconhecer que será então realizado um método qualitativo.

A primeira entrevista foi com a arquiteta Marta Aguiar do gabinete de projetos Marques de Aguiar, uma empresa focada na arquitetura e no urbanismo. Enquanto a segunda foi realizada com o Engenheiro Rodrigo Castro da afaconsult que oferece trabalhos em muitas competências de engenharia. A obtenção de dados a partir de dois gabinetes de projetos de duas especialidades diferentes é interessante pela possível divergência de perspetiva do processo construtivo. O questionário foi dividido em três tópicos com os seguintes objetivos:

- A utilização de BIM e as opiniões resultantes;
- O parecer acerca da metodologia convencional tipo conceção-licitação-construção;
- Possibilidade da aplicabilidade do projeto integrado em Portugal.

As tabelas resumos foram remetidas para o **anexo B**, de modo a não prejudicar o fluxo do texto e também porque constituiu apenas numa transcrição das respostas obtidas. Pela análise da tabela (Tab.49) referente à **utilização de BIM**, tece-se as seguintes conclusões:

- As ferramentas BIM são utilizadas;
- A sua utilização é associada a vários tipos de projetos sendo que nos projetos grandes é mais complicado apresentar todas as componentes em BIM, necessita-se simplificações;
- O uso das ferramentas representa um fluxo de produção muito diferente assim como uma mudança na forma de pensar. Os prazos necessários para a conceção são maiores;
- Alguns problemas são associados às ferramentas como:
 - Compatibilidade difícil entre especialidades;
 - Não se pode depender demasiado no modelo geral;
 - Curva de aprendizagem do processo construtivo bem como a formação das pessoas;
 - Exigências de *hardware* superiores.
- Contudo, as conclusões são que as ferramentas valem a pena:
 - O trabalho rende mais;
 - Os edifícios são cada vez mais complexos, necessitando dessa forma, de ferramentas superiores;

- Visualizações avançadas e ganhos na imagem da empresa;
- Ajuda muito no incentivo à colaboração e à interação entre os intervenientes.

O facto de as ferramentas BIM serem utilizadas facilita implementação do projeto integrado. Os problemas mencionados pelos gabinetes são iguais aos apresentados nesta dissertação anteriormente mas no geral os gabinetes estão satisfeitos com as ferramentas.

A tabela seguinte (Tab.50) demonstra a opinião dos dois gabinetes em estudo sobre a **atual metodologia tradicional**. O resumo dos pareceres foi:

- A metodologia atual tem funcionado. A opção de vários empreiteiros oferece uma liberdade superior mas o facto dos membros das equipas de empreiteiros olharem pela primeira vez para o projeto na fase de licitação está mal;
- Necessidade de mais articulação e coordenação entre especialidades;
- Uma partilha de riscos e benefícios entre projetistas e empreiteiros representa um tópico interessante. Um tipo de projeto onde os projetistas detalhassem mais com mais benefícios associados poderia existir mas o dono de obra deveria confiar muito nos intervenientes. Contudo seria complicado para a atribuição de responsabilidades e poderia haver promiscuidade com os projetistas e o empreiteiro, o que poderia prejudicar o cliente;
- Uma boa finalização de um projeto depende de muitos fatores, porém é sempre complicado pois há muitos problemas no percurso. As obras públicas apresentam uma regulamentação mais rigorosa para a elaboração dos seus projetos;
- Uma utilização das ferramentas BIM compatíveis é preconizada mas por outro lado o mercado atual não exige propriamente uma mudança imediata;
- A pouca eficiência nos processos construtivos da engenharia civil atual é principalmente originada devido aos seguintes fatores:
 - Desarticulação entre especialidades;
 - Projetos não são repetitivos e são cada vez mais complexos;
 - Mais exigências regulamentares;
 - Prazos menores e maiores exigências .
- Sobre os prazos e os orçamentos disponibilizados para obtenção dos trabalhos pretendidos existe uma divergência de opiniões entre os dois gabinetes. A Arquitecta Marta Aguiar defende que no geral, as condições de trabalho são boas. Por outro lado, o engenheiro Rodrigo Castro entende que os projetos são muito “apertados”, havendo a necessidade de baixar os ganhos para conseguir projetos.

Muitas dos problemas associados à metodologia tradicional encontram-se diretamente ligados aos fundamentos do projeto integrado, pois a metodologia tenta justamente alterar alguns dos problemas da metodologia convencional.

Por último, a **possibilidade de um projeto integrado em Portugal** foi questionada obtendo-se as seguintes conclusões (Tab.51):

- A colaboração entre os intervenientes no processo de conceção atual era o expectável, efetuada através de reuniões, trocas sistemáticas de ficheiros e por *e-mails*;
- A possibilidade de uma metodologia onde os projetistas, empreiteiro e os clientes partilham as suas opiniões desde os primórdios da conceção do projeto levantou certas dúvidas:
 - O cliente é muito importante contudo têm que definir o que pretende e não deve ser totalmente incluído no processo construtivo;
 - A regulamentação atual nas obras públicas dificultaria esse processo;

- Poderia ser possível mas o problema reside sempre sobre o risco e as responsabilidades, a existência de parâmetros de qualidade e contratos muito bem definidos é necessária, sendo que BIM poderia ajudar nesse aspeto.
- A experiência atual sobre uma metodologia conceção-construção, que apresenta similaridades com o IPD, é muito baixa. O engenheiro Rodrigo Castro menciona que o desagrado dos arquitetos perante essa metodologia deve-se aos empreiteiros terem mais poder, criticando certas ideias dos arquitetos, levando a relações complicadas;
- Os benefícios do IPD seriam a nível da integração e da gestão e também do conhecimento e da *expertise* do empreiteiro na conceção do projeto, pouparia muitas interações no processo;
- Relativamente às dificuldades de um projeto integrado, muitas são apresentadas. O facto de a metodologia tradicional existir a tantos anos e confrontar as mentalidades e os processos construtivos justificam as seguintes respostas:
 - Possíveis conflitos de interesse contra o cliente por não haver fase de licitação, podendo não trazer a melhor opção. Este facto representa um dos principais fatores do agrado dos clientes pela metodologia convencional;
 - A articulação e coordenação entre os intervenientes podem ser complicadas, sendo que iniciar um projeto com a presença de todos os intervenientes é muito difícil;
 - A existência de um projeto firme é importante para os empreiteiros realizar os trabalhos pretendidos;
 - Os empreiteiros não dão muita relevância a aspetos técnicos;
 - Interesses antagónicos entre os intervenientes pois todos querem os mínimos dos custos do seu lado;
 - Há países onde a metodologia funcionaria melhor, pois em Portugal as mentalidades não são muito apropriadas.

O facto do cliente fazer parte integrante da conceção do projeto levantou dúvidas, mas tanto pelos relatórios apresentados, pelas normas de qualidade e pela prática *lean* é claramente especificada a importância do cliente no processo construtivo. Quanto à regulamentação, já se demonstrou que poderia se utilizar o projeto integrado nas obras públicas em concessões mas também existe sempre o setor privado. A questão relativa ao risco e às responsabilidades teria que ser muito bem definida na criação de critérios e de objetivos precisos.

O possível desagrado apresentado pelos arquitetos relativamente às metodologias tipo conceção-construção, onde o IPD se enquadra, reside na diminuição de liberdade de trabalho, representando as tais mudanças obrigatórias de uma passagem para processos mais colaborativos.

A falta da existência de uma fase de licitação no projeto integrado não seria demasiado grave, pois o cliente e os seus representantes fazem parte integrante do núcleo de decisão e zelariam pelos seus direitos no processo construtivo. Iniciar um projeto a partir do zero, com a presença de todos os participantes, pode realmente ser complicado. Mas o facto de ter todos os intervenientes presentes não altera os seus papéis. O cliente estipula a qualidade pretendida, os projetistas tecem as suas recomendações baseadas nas suas práticas, custos-base e características do projeto e o empreiteiro confirma com a sua opinião com confirmações de custos, viabilidade e execução.

A existência de um projeto firme para a execução dos trabalhos esperados assim como os possíveis conflitos de interesse sobre os benefícios podem ser minimizados pela produção de objetivos comuns. O facto de os empreiteiros não se interessarem pelos aspetos técnicos e se dizer que as mentalidades portuguesas não são apropriadas ao IPD, depende da falta de incentivos e benefícios concretos.

5

Conclusão

O trabalho apresentado tem por intuito analisar a aplicabilidade do projeto integrado com BIM, aos processos e às normas portuguesas. Para conseguir obter os resultados pretendidos, uma série de objetivos foram apresentados, os resultados destes são os seguintes.

5.1 CONCLUSÕES SOBRE OS OBJETIVOS APRESENTADOS

5.1.1 INVESTIGAR ALGUNS PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS DO PROJETO INTEGRADO

As normas no controlo da qualidade da construção civil já existem há alguns anos, no entanto ainda não estão totalmente aplicadas, nomeadamente a falta de inserção do cliente durante o processo construtivo estipulado no projeto integrado. A curva de MacLeamy apresenta a falta de importância dada à fase de conceção do projeto, desencadeando custos consideráveis. A curva encontra-se diretamente ligado à curva de empenho pretendida em IPD.

Os relatórios Latham e Egan revelam muitos problemas no processo construtivo e mudanças necessárias, ficou demonstrado que o projeto integrado aliado ao BIM pode trazer as mudanças pretendidas pelos relatórios.

De uma forma simples, as formas atuais de produção e de gestão de trabalho focam-se essencialmente nas atividades ignorando o fluxo e a utilidade. As características de planeamento e de controlo especificadas pela prática *lean* fazem parte integrante dos princípios do projeto integrado.

5.1.2 COMPARAR ALGUMAS DAS PRINCIPAIS METODOLOGIAS DE ENTREGA DE PROJETOS EXISTENTES

Apesar da utilização quase única da metodologia de entrega de projetos dita tradicional em Portugal, existem outras no mercado. O projeto integrado parece distinguir-se dos outros métodos pela integração de todos os intervenientes na conceção do projeto e durante a obra. A utilização de BIM é considerada e aplicada nas restantes metodologias, todavia no IPD é profundamente aproveitada e muito recomendada.

Embora existe várias metodologias, com os seus próprios benefícios e os seus inconvenientes, o projeto integrado apresenta-se como uma boa opção perante as características analisadas. A elevada colaboração inicial entre os intervenientes nas fases iniciais do projeto, as capacidades das ferramentas BIM, o pensamento de otimização das práticas *lean* e a preocupação em realizar práticas e edifícios mais sustentáveis representa uma convergência muito eficaz.

5.1.3 ANALISAR A CRIAÇÃO, O FUNCIONAMENTO E OS VÁRIOS TIPOS DE PROJETOS INTEGRADOS

Os principais passos para a criação e o funcionamento de um projeto integrado foram apresentados e requerem um realinhamento dos papéis tradicionais dos intervenientes e dos seus objetivos. O projeto integrado procura quebrar barreiras existentes entre os participantes pelo meio de alianças e objetivos partilhados entre eles, contudo isso não significa que não haja trabalhos separados onde cada um seja responsável pelas suas funções.

Nem todos os projetos permitem a aplicação de todos os princípios da metodologia projeto integrado. Apesar do IPD como método de entrega ser a melhor alternativa para aqueles que sejam aptos para um contrato global, para quem não esteja preparado para tomar esse passo podem mesmo assim aplicar alguns princípios para melhorar os seus métodos de colaboração. Assim, quando se sentirem preparados, poderão passar para uma verdadeira metodologia de projeto integrado. Já existem contratos formulados que permitem negociar e implementar os vários tipos de projetos integrados de modo a facilitar esse processo.

Numa passagem para uma metodologia IPD, têm que existir modificações nas mentalidades dos portugueses, desenvolver uma cultura de confiança e um desejo de mudar. De qualquer forma o processo de mudança começa a emergir, os estudos demonstram que alternativas ao método de entrega convencional são possivelmente mais rápidas, seguras, menos custosas e têm mais qualidade. Por isso no futuro, as empresas que mais rapidamente se adaptarem aos novos métodos serão aquelas, que teoricamente, conseguirão sobreviver.

Como em qualquer metodologia, o projeto integrado apresenta as suas vantagens e os seus inconvenientes. A mudança para novas práticas é sempre custosa, quando se fala em metodologias de entrega de projetos a situação ainda piora. O processo de aprendizagem para a abordagem aos novos processos pode ser complicado de estabelecer.

5.1.4 INVESTIGAR OS MODELOS DIGITAIS PARA CONSTRUÇÃO BIM E A SUA RELAÇÃO COM O PROJETO INTEGRADO

As tentativas da implementação de novas metodologias de entrega de projetos acabavam por não ter tanto sucesso devido à falta de ferramentas avançadas que suportassem as características do método. O aparecimento de novas ferramentas tecnológicas, nomeadamente as ferramentas *Building Information Modeling* (BIM) podem ajudar na mudança. A utilização de BIM em Portugal ainda está nas fases iniciais contudo é importante referir que as empresas não necessitam de utilizar diretamente todas as capacidades que BIM oferece, existem patamares e é aconselhável incorporar as ferramentas com cautela.

A comparação com as ferramentas CAD revelou a tremenda diferença e as vantagens originadas pelas ferramentas BIM. As possibilidades do modelo digital criado a partir de BIM também ajuda bastante no aspeto da sustentabilidade. Enquanto que BIM resolve certos problemas das ferramentas 2D CAD também acaba por introduzir alguns novos. Uma curva de aprendizagem nos projetos é necessária, a adaptação nos primeiros projetos será sempre complicada. Embora o uso de BIM requere um investimento das equipas projetistas ou dos construtores, sem dúvida que será uma oportunidade para ganhar uma vantagem sobre a concorrência.

As mudanças de mentalidade e de ambiente construtivo no qual as ferramentas BIM tiram todo o seu potencial e possam ser aplicadas corretamente são aquelas originadas pela introdução de uma metodologia IPD. Ainda ficou demonstrado que a junção das ferramentas BIM ao projeto integrado pode resolver algumas das problemáticas da metodologia tradicional portuguesa.

Alguns exemplos de construções existentes utilizando a metodologia de projeto integrado e BIM foram apresentados. Os ambiciosos valores apresentados pelos projetos-pilotos implicam que um novo paradigma construtivo emergiu, contudo um novo paradigma nunca se instala de forma simples, devido à resistência criada pelo processo antigo.

5.1.5 COMPARAR E AVALIAR O PROJETO INTEGRADO COM OS PROCESSOS E AS NORMAS PORTUGUESAS

A dificuldade de uma mudança para o projeto integrado reside na cultura de trabalho e a estrutura de contrato existentes, que não refletem a partilha dos riscos e dos benefícios. Para implementar esses conceitos uma nova mudança de toda a metodologia dos participantes do projeto é obrigatória. As empresas têm que repensar a sua forma de trabalhar o que provavelmente irá alterar toda a sua estrutura daí ser compreensível a reação dessas perante a nova metodologia. As modificações têm que ser graduadas e ponderadas.

No caso de obras privadas, a escolha de qualquer tipo de metodologia é possível contudo no caso de empreitadas de obras públicas existem dificuldades regulamentares existentes. Atualmente, nas obras públicas, a melhor opção da utilização do IPD reside numa concessão da obra por uma empresa privada. Nos outros casos de obras públicas, as fases de conceção do projeto e construção serão sempre separadas por duas fases de concurso.

“Na sua essência, o principal obstáculo da transição para o projeto integrado reside na estrutura contratual tradicional onde todos os membros têm responsabilidades, seguros e riscos independentes (Constructech, 2012).”

Contudo, caso a empreitada pública não for uma concessão, por critérios e exposição dos procedimentos pretendidos, uma metodologia algo semelhante ao projeto integrado seria praticável. O governo também poderia, a título de investigação, realizar algumas obras para testar o projeto integrado, a partir do ajuste direto.

As fases das duas metodologias, os fluxos e as durações do projeto integrado apresentam grandes diferenças com as fases convencionais de um processo tradicional. O esforço acrescido nas primeiras fases de conceção do projeto integrado traduz-se numa potencial diminuição na fase de construção. O facto de não existir uma fase de licitação e a ausência das entregas sucessivas de aprovação da documentação, entre os projetistas e os representantes do cliente, torna todo o processo mais rápido e fluido.

Apesar da dinâmica muito diferente existente no projeto integrado, a diferença dos papéis dos membros da metodologia tradicional, na sua essência, não se alteraria de forma significativa. Contudo os intervenientes teriam que esforçar-se mais, sobretudo na fase de conceção, pois um maior empenho é necessário. Também deveriam habituar-se às mudanças de fluxos de trabalho e à utilização superior das ferramentas BIM no âmbito dos seus trabalhos. Por outro lado, as recompensas obtidas deverão ser largamente satisfatórias face ao aumento do trabalho inicial.

A definição prática desenvolvida pela AIA carece de muitos requisitos comparativamente às normas portuguesas por ser muito genérica, no entanto, muitos aspetos encontram-se implícitos na definição. Muitas características em falta também fazem parte dos deveres e responsabilidades da definição da AIA, *Integrated Project Delivery: A Guide*, que não se decidiu colocar.

Mas globalmente, muitas tarefas são semelhantes nos dois processos, contudo muitas são aprimoradas e adiantadas no projeto integrado, de forma a poder explorar e otimizar as soluções pretendidas.

5.1.6 AVALIAR O PROJETO INTEGRADO COM PARECERES PROFISSIONAIS

Apesar dos gabinetes mencionados poderem ser uma minoria na utilização das ferramentas BIM, nota-se já um bom grau de utilização de nível 1 ou perto do nível 2. O uso das ferramentas tornaria o processo de adaptabilidade ao projeto integrado muito mais fácil. Alguns desafios foram associados ao seu uso, como a curva de aprendizagem necessária, os custos de *hardware* e a compatibilidade entre as disciplinas. Porém no cômputo geral, as ferramentas valiam a mudança devido ao trabalho ser mais eficiente.

Algumas mudanças necessárias à metodologia tradicional foram apresentadas, sobretudo o aumento de articulação e coordenação e falta de um parecer de caráter construtivo na conceção. Esses problemas podem ser minimizados pela implementação do projeto integrado.

Sobre a questão de uma possível implementação do projeto integrado em Portugal, foram mencionados alguns entraves, fruto do hábito e das várias décadas da utilização da metodologia tradicional. No entanto, como foi apresentado muitas das questões referidas podem ser ultrapassadas com algum esforço.

5.1.7 DIFICULDADES ENCONTRADAS NA REALIZAÇÃO DO TRABALHO

A flexibilidade existente sobre metodologia de entrega de projetos é tão rígida em Portugal, com a presença quase única da metodologia tradicional que outras metodologias nem sequer se encontram lecionadas no curso de engenharia civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. O estudo das metodologias envolveu então, uma investigação maioritariamente de fontes e experiências estrangeiras.

5.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em 2004, a *Lean Construction Institute* analisou num estudo que 57% do esforço nos projetos de construção não adicionava valor ao produto final (Institute, R.B.-T.C., 2008). A indústria da construção deve portanto trabalhar de forma a encontrar uma forma para eliminar esses desperdícios.

A produção da construção não se assemelha à produção industrial típica, o cruzamento de muitas valências e a heterogeneidade acentuam dificuldades na introdução de novas metodologias. A metodologia convencional portuguesa existente, do tipo conceção-licitação-construção, já apresenta muitos anos de funcionamento e não será fácil incitar as pessoas a mudar.

As novas tecnologias permitem grandes avanços na eficiência e no rigor, mas são as mudanças nos processos das metodologias de entrega de projeto que originam melhorias ainda mais significativas. Contudo para existir a aplicabilidade do IPD em Portugal é necessário que os projetistas, empreiteiros

e clientes, assim como os outros intervenientes, tomem novos papéis e competências, isso resulta numa grande mudança de cultura.

“People seek change, but do not want to be changed” Peter Senge (Institute, L.C., 2010)

Um aspeto complicado na implementação do projeto integrado seria na dificuldade em encontrar parceiros para o processo. A metodologia de projeto integrado enquadra-se mais com um pensamento anglo-saxónico, prova de uma mudança de mentalidade anterior, que teve também como origem os famosos relatórios mencionados. Contudo, se o tópico for apresentado devidamente e com planos de ação realistas, seguramente haverá pessoas dispostas a participar nesses novos métodos. Quando se associar a metodologia IPD como uma nova oportunidade de negócio, o desenvolvimento e a implementação será desencadeada.

No futuro, e como tem vindo a acontecer, o BIM irá substituir o CAD da mesma forma que o papel deu lugar à conceção em CAD, o mundo evolui de forma rápida e a passagem para novas tecnologias para acompanhar o “ritmo” será sempre necessário. Num futuro próximo, um edifício baseado de forma completa em informação paramétrica tornar-se-á realidade. Quanto mais cedo a transição for efetuado em Portugal, melhor será, de modo a nossa indústria de construção civil acompanhar a evolução tecnológica mundial.

Um aspeto importante de referir é que o processo convencional não necessita de passar diretamente para o projeto integrado como metodologia de entrega, existem patamares intermédios. Vendo o projeto integrado como filosofia ou como metodologia de entrega de projeto, os clientes têm uma visão mais clara das opções possíveis e apresentam mais capacidades para tomar decisões.

Como é óbvio, nada é perfeito, e haverá sempre problemas nos processos construtivos utilizando as melhores metodologias e ferramentas digitais, o objetivo será de diminuir ao máximo essas questões. A criação ou adaptação dos acordos entre membros e processos contribui no aumento da comunicação entre membros, sendo crucial para o sucesso dos projetos. A utilização das ferramentas BIM para aumentar a eficiência aliada a uma mudança dos contratos existentes, poderia resultar em efeitos surpreendentes.

Os ambiciosos valores dos projetos-pilotos sobre IPD implicam que um novo paradigma construtivo emergiu, contudo um novo método nunca se instala de forma simples devido à resistência criado pelo processo antigo. Essa mudança de processos, caso se efetue, irá necessitar de tempo mas também de um esforço realizado por toda a indústria. Apesar da dificuldade em mudar um processo profundamente instaurado, acredita-se que o estabelecimento de um novo acontecerá se provar o seu valor.

Uma mudança de posição no governo relativamente à adoção das ferramentas BIM representaria sem dúvida uma decisão de grande importância na indústria de construção civil. Uma flexibilidade regulamentar e normativa acrescida, é também requerida na indústria nacional de construção civil, para uma possibilidade de implementação de novas metodologias de entrega de projetos, como o projeto integrado.

A indústria nacional necessita de compreender que o processo tradicional não está adaptado ao mundo atual e certamente também não o estará no futuro. Com os resultados obtidos pelos projetos integrados

aliado a BIM, a nível arquitetural, estrutural e construtivo, é difícil não querer ver a sua experimentação no mercado nacional.

5.3 PERSPETIVAS DE DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Como já foi referido anteriormente neste documento, uma aplicabilidade do projeto integrado em Portugal teria uma importância relevante. As investigações têm vindo a crescer a nível internacional, os estudos e projetos aplicando o projeto integrado revelam-se eficazes, porém pouco tem acontecido a nível nacional. Assim existem diversas possibilidades para investigações futuras:

- A primeira sugestão que se deixa prende-se na **obtenção e na análise de pareceres profissionais dos intervenientes dos processos construtivos sobre as tarefas específicas que teriam que desempenhar segundo um projeto integrado**. Seria interessante, em trabalhos futuros conhecer a opinião dos intervenientes da obra sobre as tarefas e responsabilidades precisas que teriam de desempenhar, no âmbito de um projeto integrado;
- A segunda consiste em **analisar os contratos disponíveis pela AIA e avaliar a sua adaptação às normas portuguesas**. Uma análise aprofundada aos contratos disponíveis sobre o projeto integrado e a sua adaptação à regulamentação portuguesa significaria um grande avanço na aplicabilidade do método em Portugal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- A.Howell, Gregory - What is Lean Construction. (1999).
- Administration, U.S. General Services - 3D-4D Building Information Modeling. 2012.
- Agency, United States Environmental Protection - Characterization of Construction and Demolition Debris. (1997).
- ALLIANCE, DESIGN - Project Delivery Methods 2008.
- Architects, The American Institute of - Integrated Project Delivery: A guide. 2007.
- Architects, The American Institute Of - Contract documents 2008.
- architecture2030 - Building Consume More Energy Than Any Other Sector 2011.
- Autodesk - Autodesk and Bentley to Advance AEC Software Interoperability 2008.
- Bernstein, Phillip - Integrated Practice: It's Not Just About The Technology 2005.
- BS - Design Related Deficiencies. (1980).
- Building, Pankow Thinking Beyond The - Integrated Project Delivery 2012.
- C. Eastmann, P. Teicolz, R. Sackz, K. Liston - A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. 2008.
- Cholakis, Peter - BIM and Sustainability Require Efficient Project Delivery Methods for Success 2011.
- Commission, FP6 Instruments Task Force European - Provisions For Implementing Integrated Projects. (2003).
- Committee, AGC of America Project Delivery - IPD: Lessons from the Trenches. 2002.
- Company, TISHMAN An AECOM - Construction Manager at Risk. <http://tishmanconstruction.tishman.com/index.php?q=services/constructionmanagementatriskchart>: 2011.
- Constructech - Integrated Project Delivery. 2012.
- Council, AIA California - Camino Medical Group Mountain View Campus. 2007.
- Council, National Research - Stewardship of Federal Facilities: A proactive Strategy for Managing the Nation's Public Assets. 1998.
- Council, The American Institute of Architects California - Integrated Project Delivery - A Working Definition. 2007.
- CURT - Collaboration, Integrated Information and the Project Lifecycle in Building Design, Construction and Operation. (2004).
- Day, Martin - The trouble with BIM 2011.
- Doug Parris, Todd Buchanan, Tom Owens - "Beyond collaboration - The benefits of integrated delivery". 2009.
- Egan, Sir John - Rethinking Construction. 1998.
- Estatísticas, Instituto Nacional de - PME 2008.
- Evbuomwan, N. F. O.; Anumba, C. J. - An integrated framework for concurrent life-cycle design and construction. *Advances in Engineering Software*. Vol. 29. n.º 7-9 (1998). p. 587-597. Consult. em 1998/11//. Disponível em WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965997898000246>>. 0965-9978
- Furtado, Engenheiro Rui - Edifício Burgo: o projeto, a obra, as tecnologias. 2009.
- Griem, Peter - Integrated Project Delivery using BIM. *Structure Magazine*. (2009).
- Hardin, Brad - BIM and Construction Management Proven tools, Methods, and Workflows. 2009.
- Harty, J.; Laing, R. - Drivers for change in construction procurement and its impact on management. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2009. Disponível em WWW: <<http://dx.doi.org/10.1109/VIZ.2009.53>>.
- Hatem, David J. - Design Responsibility in Integrated Project Delivery: Looking Back and Moving Forward. (2008).
- Hill, McGraw - The Business Value of BIM: Getting Building Information Modeling to the Bottom Line. 2008.

- Institute, Lean Construction - Building Knowledge in Design and Construction. 2010.
- Institute, Robert Blakey - The Construction - An Introduction to Lean Construcion. 2008.
- James Harty, Richard Laing - Drivers for Change in Construction Procurement and its Impact on Management. 2008.
- James P.Womack, Daniel T.Jones, Daniel Roos - The machine that changed the world: the story of lean production. 1990.
- Jernigan, Finith - BIG BIM little bim. 2009.
- Jonassen, J. - Report on Integrated Practice. 2006.
- Kandall, Dr. Stephen - An Open Building strategy for Converting Obsolete Office Buildingto Residential Uses. 2003.
- Koskela, Lauri - Application of the new production philosophy to construction. 1992.
- Krish, Sivam - From Drawing apps to Design apps to Cloud apps 2010.
- Laiserin, Jerry - NEXT-GEN BIM: Graphisoft Teamwork 2.0 will revolutionize BIM/IPD workflow and collaboration. 2009.
- Latham, Sir Michael - Constructing the team. 1994.
- M.L. Emiliani, Lean Behaviors, LLC, Wethersfield, CT, USA - Cracking the code of business. Management Decision. (2000).
- Michael P.Gallaher, Alan C. o'Connor, John I.Dettbarn, Jr., and Lindsa T.Gilday - Cost Analysis of Inedquate Interoperability in the US Capital Facilities Industry. (2004).
- Ministério Das Obras Públicas, Transportes e Comunicações - Decreto-lei nº 18/2008- Código dos Contratos Públicos (CCP). *Diário da República*. (2008a).
- Ministério Das Obras Públicas, Transportes e Comunicações - portaria nº 701-H/2008. *Diário da República*. (2008b).
- Miranda, Bruno - Método Quantitativo versus Método Qualitativo 2008.
- Morrell, Paul - Government Construction Strategy. 2011.
- Mossman, Alan - What is Integrated Lean Project Delivery? (2008).
- NASFA, COAA, APPA, AGC AIA - Integrated Project Delivery: For Public and Private Owners. 2010.
- Ostaniik, Matt - IPD and IPC - The Perfect Marriage for Faster Projects 2010.
- Quackenbush, Gary - Hospital projects highlight local adoption of BIM 2011.
- Qualidade, Instituto Português da - A norma NP EN ISO 9001:2000
- R.Bachman, Leonard - Integrated Buildings: The systems basis of arquitetura. 2003.
- Reed, 7 group and Bill - The Integrative Design Guide to Green Building: Redefining the Practice of Sustainability 2009.
- Report, Bureau Securitas - Bureau Securitas Report - First Research. 1980.
- Shizhao, D. - Basic Teory of Informationization for AEC Project. *China Architecture Press*. (2006).
- Sinclair, Royal Institute of British Architects - Dale - BIM Overlay to the RIBA Outline Plan of Work. 2012.
- Sousa, Hipólito de - Redução das tarefas em estaleiro. 2006.
- steelonthenet - 2008.
- Stephan Castellanos, FAIA - Integrated Project Delivery: A History of Leadership, Advocacy and commitment. 2010.
- Sweden, Chalmers Institute of Technology - - 1992.
- Tardif, Dana K.Smith e Michael - Building Information Modeling. 2009.
- technovelgy - The smart construction site on the future 1998.
- Teicholz, Paul - Labor Productivity Declines in the Construction Industry: Causes and Remedies. (2004).
- Tommelein, Hyun Jeong Choo and Iris D. - Parade of trades: a game for understanding variability and dependence. 1999.
- Varela, Nuno - Edifícios auto-suficientes Gestão sustentével integrada. 2010.
- Wang, Yongsheng - Enterprise Planning of Total Life Cycle Lean Thinking. 2008.

website, USGBC - - 2007.

world, JTB - Autodesk University Virtual 2010 2010.

Zhang, Yang; Guangbin, Wang - Cooperation between building information modeling and integrated project delivery method leads to paradigm shift of AEC industry. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2009. Disponível em WWW: <<http://dx.doi.org/10.1109/ICMSS.2009.5305337>>.

Anexos

Anexo A: Tipos de contratos num projeto integrado

Contratos de transição:

Esses tipos de contrato baseiam-se essencialmente sobre os termos de negócio, como os tipos de compensações. Os deveres dos membros face a uma metodologia de projeto integrado são estabelecidos mas também é apresentado em detalhe, no AIA A295-2008, como os membros necessitam de trabalhar em conjunto nas várias fases do IPD. A utilização de BIM já é requerida, esses contratos apesar de não ter todos os intervenientes associados ao mesmo contrato já torna o processo como filosofia de projeto integrado de nível 2.

- **A195-2008:** Formato padrão de contratos entre clientes e empreiteiros num projeto integrado;
- **AIA A295-2008:** Condições gerais de contratos para IPD;
- **B195-2008:** Formato padrão de contratos entre clientes e arquitetos num projeto integrado;

Contratos globais:

Nesses tipos de contratos, os participantes primários especificam as suas funções, direitos, obrigações e responsabilidades. A confiança é fundamental nos contratos globais visto que as compensações estão ligadas ao sucesso geral do projeto dependendo das contribuições de todos os intervenientes. Esses tipos de contratos confirmam a opção tomada no processo de um projeto “puro” IPD de nível 3.

Apesar de funcionar em todos os tipos de projetos, as qualidades de um contrato global encontram-se bem adaptadas para projetos complexos e variáveis devido às equipas integradas serem flexíveis e criativas.

Os contratos globais requerem um planeamento minucioso, negociações cuidadosas e um grande esforço na construção da equipa adequada. Este processo pode ser custoso e necessita de ser realizado o mais cedo possível do desenvolvimento do projeto. Apesar desse custo não ser muito significativos em grandes projetos, nos projetos mais pequenos pode ser reduzido com uma experiência colaborativa anterior entre os intervenientes da equipa designada.

Os contratos globais variam consoante as necessidades dos projetos e dos intervenientes, contudo existe uma série de atributos que mantêm-se sempre presentes:

- Os intervenientes encontram-se ligados por acordos conjuntos;
- Os acordos criam uma temporária, virtual ou formal, organização completada por gestão e processo específico de decisões;
- Os processos são adaptados para suportar um desenvolvimento favorável para a equipa;
- As decisões são conseguidas através de consenso e com o objetivo de serem as melhores opções para o projeto;
- Alguma parte das compensações é amarrada ao projeto;
- As funções são assignadas às pessoas ou entidades mais capazes de as realizar.

O documento contratual fornecido pela AIA é o seguinte:

- **C191-2009:** Formato padrão de um contrato global numa metodologia IPD;

Single Purpose Entity (SPE) :

A Single Purpose Entity é a formação temporária e com estrutura legal de uma entidade para realizar um projeto específico. Os participantes primários detêm interesses equivalentes baseados na sua participação contudo também existe uma compensação adicional ligado ao sucesso da obra.

Com a criação dessa entidade surge o aparecimento de novas questões legais como a taxaço, formalidades corporativas e direço. As SPE também têm que ser devidamente segurada.

- **C195-2008:** Formato padrão de contrato de uma SPE para IPD;
- **C196-2008:** Formato padrão de contrato entre uma SPE e o cliente para IPD;
- **C197-2008:** Formato padrão de contrato entre uma SPE e terceiros à equipa para IPD;
- **C198-2010:** Formato padrão de contrato entre uma SPE e consultores para IPD;
- **C199-2010:** Formato padrão de contrato entre uma SPE e empreiteiros para IPD;

De todos os tipos de contrato discutidos, os membros da equipa de projeto necessita de definir como a informação será partilhada e usada de modo a:

- Eliminar confusões;
- Organizar tarefas;
- Padronizar as transferências de informação;
- Definir prazos e programas de trabalho;
- Existir foco na qualidade do projeto.

Anexo B: Tabelas resumos dos questionários efetuados

Tabela 49 – Resumo do questionário referente a BIM

		Gabinetes de projeto		
Perguntas	Objetivos	Afaconsult	Marques de Aguiar	
BIM	▪ Utiliza as ferramentas BIM?	Conhecer o uso de BIM	▪ Revit	▪ Archicad
	Em que tipo de projeto?	Para que tipologia de projeto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Projetos muito grandes: é complicado ter as componentes todas em BIM, é necessário fazer algumas simplificações ▪ Projetos pequenos: pacote fechado mais completo 	▪ Projetos simples como moradias
	Quais foram as fases e os trabalhos em que utilizou as ferramentas?	Em que fases e tipos de trabalho é que as ferramentas são utilizadas	▪ Depende do projeto, mas em projetos recente, efetuou-se a realização das engenharias totalmente integradas em BIM desde às estruturas aos serviços	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Projeto de execução ▪ Mapa de quantidades ▪ Caderno de encargo
	Notou alguma diferença na duração das diferentes fases com a utilização de BIM?	A mudança de durações das fases devido à utilização de BIM	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existência de uma revolução na forma de pensar no projeto ▪ Fluxo de produção do projeto é muito diferente ▪ Era necessário prazos alargados para permitir a conceção mas geralmente não há 	▪ Não sabe se as tarefas foram mais curtas
	Quais foram as dificuldades que encontrou?	As dificuldades encontradas na utilização das ferramentas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuidado para não depender demasiado do modelo geral para começar a fazer outros trabalhos, senão atrasa ▪ Aprendizagem do processo produtivo diferente ▪ As pessoas não estão formadas ▪ Exigências de <i>hardware</i> superiores ▪ O processo tornar-se-ia mais fácil se os arquitetos trabalhassem em Revit, ganhava-se rapidez e fiabilidade 	▪ A compatibilidade entre especialidades devido à utilização de programas diferentes
	A utilização das ferramentas valeu o esforço, porquê?	As vantagens que encontraram com BIM	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vale, porque os edifícios são cada vez mais complexos ▪ Oferecem visualizações avançadas ▪ Há ganhos na imagem da empresa ▪ Ajuda muito na colaboração e na interação entre os intervenientes 	▪ Sem dúvida, o trabalho rende muito mais

Tabela 50 – Resumo do questionário referente à metodologia tradicional

Perguntas	Objetivos	Gabinetes de projeto	
		Afaconsult	Marques de Aguiar
<ul style="list-style-type: none"> Acha eficaz o processo de entrega de projetos onde o empreiteiro não faz parte da conceção? 	A opinião sobre o empreiteiro não fazer parte da conceção	<ul style="list-style-type: none"> Tem funcionado mas os preparadores do empreiteiro olhem pela primeira vez para o projeto na fase de licitação, deveria ser antes 	<ul style="list-style-type: none"> A existência de vários empreiteiros concede uma liberdade de conceção superior
<ul style="list-style-type: none"> O que deveria mudar na metodologia atual? 	As mudanças que deveriam surgir na metodologia atual	<ul style="list-style-type: none"> Erros entre a coordenação das várias especialidades 	<ul style="list-style-type: none"> Muito mais articulação entre as especialidades de arquitetura O projeto ser como um todo
<ul style="list-style-type: none"> O que acha de uma mudança de tipo de contratos de modo a existir uma partilha de risco/benefício por trabalhar em equipas com projetistas e empreiteiros? 	Parecer sobre divisão dos riscos e benefícios no processo construtivo	<ul style="list-style-type: none"> Seria muito complicado devido à atribuição de responsabilidades Seria problemático para o cliente porque poderia haver promiscuidade com os projetistas e o empreiteiro O dono de obra deveria confiar muito nos intervenientes escolhidos Poderia haver um tipo de projeto onde os projetistas detalhassem mais e o empreiteiro pagasse essa parte 	<ul style="list-style-type: none"> Representa um tópico interessante, é realmente um problema das obras pois a melhoria do projeto prejudica o projetista O facto de trabalhar junto com o empreiteiro pode criar relações incompatíveis relativas ao cliente
<ul style="list-style-type: none"> No processo convencional as entregas de projeto encontram-se bem finalizadas? 	Se os projetos são bem finalizados	<ul style="list-style-type: none"> Existe de tudo Mas nas obras públicas existem uma regulamentação acrescida para os projetos 	<ul style="list-style-type: none"> Não tenho dados no geral, mas é muito difícil levar uma obra do princípio até ao fim e dizer que correu tudo bem pois há muitos problemas no percurso
<ul style="list-style-type: none"> O que pensa que deve mudar em Portugal no método de trabalho dos gabinetes de projeto relativamente às ferramentas? 	A posição dos projetistas sobre as ferramentas atuais	<ul style="list-style-type: none"> Nem toda a gente trabalha ainda com BIM, o que representa uma vantagem para os que utilizam porém o mercado atual ainda não exige propriamente uma mudança imediata 	<ul style="list-style-type: none"> Usar mais ferramentas BIM mas têm que ser compatíveis
<ul style="list-style-type: none"> O que proporciona a baixa eficiência e a grande quantidade de correções e de erros na construção civil? 	A origem da pouca eficiência na engenharia civil	<ul style="list-style-type: none"> Os projetos não são repetitivos e são cada vez mais complexos Mais exigências regulamentares Prazos e orçamentos menores Falta de visão integrada entre as especialidades 	<ul style="list-style-type: none"> A desarticulação entre as especialidades é muito difícil resolver e causa muita perturbação
<ul style="list-style-type: none"> Sente-se confortável com os prazos e os orçamentos disponibilizados para a realização do trabalho pretendido nos projetos em Portugal? 	Se o esforço na conceção é adequado	<ul style="list-style-type: none"> Confortável não, os projetos são muito apertados Todos gostam do trabalho bem feito mas para ganhar projetos em Portugal tanto os projetistas como os empreiteiros têm que reduzir nos seus ganhos para conseguir projetos Hoje em dia há mais gestão nos processos, antigamente os problemas eram mais técnicos 	<ul style="list-style-type: none"> Em geral, penso que sim

Tabela 51– Resumo do questionário referente ao IPD

Perguntas	Objetivos	Gabinetes de projeto		
		Afaconsult	Marques de Aguiar	
IPD	▪ Na realização dos seus trabalhos, existe muita colaboração entre intervenientes?	Se existe muita colaboração entre especialidades	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reuniões presenciais e videoconferências frequentes ▪ Trocas de ficheiros por plataformas de intercâmbio <ul style="list-style-type: none"> ▪ E-mail 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ As trocas são sistemáticas ▪ Discussões e reuniões <ul style="list-style-type: none"> ▪ E-mail
	▪ Pensa ser possível em Portugal um projeto onde os clientes, as equipas projetistas e os empreiteiros trabalhem em conjunto, partilhando as suas opiniões na conceção de um projeto?	Parecer sobre a possibilidade de uma mudança para IPD	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Poderia ser possível, o problema reside sempre sobre os riscos e as responsabilidades, teria que haver contratos especificando tudo ▪ Alguém tem que ter a iniciativa, sendo que essa pessoa na maioria das vezes é o cliente, têm que apresentar parâmetros de qualidade muito bem definidos, o BIM ajuda nesse aspeto ▪ A regulamentação atual nas obras públicas pode dificultar muito a implementação do processo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O cliente é muito importante mas apenas têm que definir o que deseja e não deve estar incluído diretamente na conceção
	▪ Já teve algum tipo de experiência de uma metodologia conceção-construção ?	Experiência com metodologia conceção-construção pois representa algumas semelhanças com IPD	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Já, mas não é o nosso forte e não temos muita experiência 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não
	Qual a opinião que teve?	Satisfação em relação ao método	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trabalhamos muito com arquitetos e eles não gostam muito dessa metodologia pois tendo os empreiteiros mais poder, criticam certas ideias deles e como deveriam fazer as coisas, o que cria relações conflituosas 	/
	▪ Quais os benefícios que acha que poderiam surgir de metodologia de entrega IPD?	Benefícios de um projeto integrado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vantagens de integração e de gestão ▪ As opiniões do empreiteiro no projeto podem poupar várias iterações como por exemplo sobre as estimativas dos custos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pode haver vantagens mas sem ter experiência é complicado responder
	E dificuldades?	Dificuldades na transição para uma metodologia integrada	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A articulação e coordenação entre os intervenientes podem ser complicadas ▪ Começo dos trabalhos com todos os intervenientes a partir do zero é muito difícil <ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de concorrência pode não trazer a melhor proposta ▪ A existência de um projeto firme é importante para os empreiteiros realizar os trabalhos pretendidos ▪ Os empreiteiros não dão muita relevância a aspetos técnicos ▪ Interesses antagónicos entre os intervenientes pois todos querem os mínimos dos custos do seu lado ▪ Há países que poderia funcionar mas em Portugal as mentalidades não são muito apropriadas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Possíveis conflitos de interesse podem surgir contra o cliente por não haver uma fase de licitação ▪ A falta de concorrência devido às parcerias necessárias entre intervenientes e o cliente que deseja o melhor preço faz com que ele goste do sistema atual