

FACULDADE DE ARQUITETURA
UNIVERSIDADE DE LISBOA



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA

BIM Manager

Um novo âmbito no trabalho dos arquitetos na coordenação de projetos

Doutoramento em Arquitetura
Tecnologia e Gestão da Construção

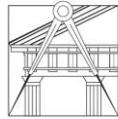
Juliana Allonso Mizumoto

Orientação:

Doutor Francisco Carlos Almeida Nascimento e Oliveira, Professor Associado da
Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa.

Tese especialmente elaborada para a obtenção do grau de doutor

Lisboa
2022



FACULDADE DE ARQUITETURA
UNIVERSIDADE DE LISBOA



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA

BIM Manager

Um novo âmbito no trabalho dos arquitetos na coordenação de projetos

Doutoramento em Arquitetura
Tecnologia e Gestão da Construção

Júri:

Presidente:

Doutora Susana Maria Gouveia Rosado, Professora Auxiliar da Faculdade de
Arquitetura da Universidade de Lisboa – Presidente

Vogais:

Doutor Silvio Burrattino Melhado, Professor SéniorÉcole de Technologie Supérieure da
Université du Québec;

Doutor Carlos Nuno Lacerda Lopes, Professor Associado com Agregação da Faculdade
de Arquitectura da Universidade do Porto;

Doutor Francisco Carlos Almeida Nascimento e Oliveira, Professor Associado da
Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa, orientador;

Doutor Francisco José de Almeida dos Santos e Agostinho, Professor Auxiliar da
Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa;

Doutor Pedro Miguel Gomes Januário, Professor Auxiliar da Faculdade de Arquitetura
da Universidade de Lisboa.

Tese especialmente elaborada para a obtenção do grau de doutor

Lisboa
2022

Dedicatórias

Este trabalho é dedicado aos meus pais: Sandramara Cardozo Allonso e Célio Nosor Mizumoto, pessoas que não pouparam investimentos e incentivos para que isto se tornasse realidade . Eles são meus exemplos de foco, dedicação, ética, disciplina e carinho.

“Não há nada do mundo que não possa ser aprendido.”

Sandramara C. Allonso, minha mãe.

“Não existe ascensão social sólida que não seja por meio da educação.”

Célio N. Mizumoto, meu pai.

Agradecimento

Ao meu orientador *Francisco Oliveira* pela clareza, disponibilidade, adequação e incentivo às minhas ideias.

Aos professores *Jorge Boueri e Pedro Januário* pelas incontáveis orientações, ouvidos e dedicação às minhas produções, artigos e projetos durante todo o período do doutoramento. O meu muito obrigada é especial a vocês que foram responsáveis por uma grande parcela de inspiração nesse processo de amadurecimento acadêmico pelo qual eu passei nesse período.

Ao professor *Khaled Ghoubar*, responsável pelo apoio inicial ao Doutoramento, ao *Eng. António Aguiar Costa*, que participou do início da organização deste trabalho durante o 1º ano. Aos tantos amigos que pessoalmente ou digitalmente me deram apoio e incentivo nesses quatro anos de estudos e trabalho, o meu muito obrigada carinhoso e especial para meus colegas e curso: *Caio Miolo, Mariana Costa, Lidiane Batista, Bárbara Silva*.

Aos colaboradores técnicos deste trabalho o meu muito obrigada pelo tempo dedicado e confiança no meu trabalho: *Luis F. Milan, Maurício Serpa, Marta Campos, Carla Wileman, Jessica Valejo, Ana Carolina Bonaldi, Emerson Emeri, Fernanda Alferes*.

Ao meu grande amigo *Gabriel Negri Nilson*, que incentivou e acolheu a minha decisão de investimento em uma nova carreira profissional e acadêmica em Portugal.

À minha rede de suporte inesgotável de carinho e compreensão: *Jaqueline Barbosa, Gabriel Moreira, Emilia Allonso, Laura Caldas, Ligia Caldas, Gabriela Milan e Isadora Nagaoka*.

Aos inúmeros colegas que de alguma forma ou de outra acompanharam e incentivaram esse longo processo de produção, amadurecimento pessoal e profissional durante esse ciclo de aprendizado.

Muito obrigada!

Informações

Este documento foi escrito baseado no Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990 e segue direcionamento de linguagem do português do Brasil.

Resumo

A disseminação do uso da metodologia *Building Information Modeling* (BIM) na Indústria da Construção tem transformado a cadeia de produção dos ativos da construção civil com a inclusão de novas tecnologias e metodologias de gestão de projetos. Essas mudanças têm interferência direta nas atividades entre equipas e relações interorganizacionais dentro de um contrato BIM, para além das mudanças práticas induzidas nas atividades de arquitetura e engenharia.

Este enquadramento tornou evidente e necessário o desenvolvimento de uma nova metodologia de trabalho que se adapte aos contratos BIM e, conseqüentemente, novas atividades, tarefas e responsabilidades da equipa de coordenação de projetos. Sendo estas atividades técnicas exercidas em Portugal por uma equipa de coordenação de projetos regulamentada, é necessário que as atividades e funções sejam definidas, assim como as hierarquias de decisão dentro do projeto.

Em um contrato BIM o profissional responsável pela coordenação do projeto tem sido internacionalmente descrito como *BIM Manager* e as mudanças induzidas por esse novo trabalho nas atividades profissionais de um arquiteto é o âmbito desta Investigação.

A Investigação promove a evolução da pesquisa da literatura sobre o BIM sob a ótica da arquitetura nas áreas de projeto, construção e educação, além de apresentar um novo método de planeamento de projeto BIM com o desenvolvimento de um protótipo de ferramenta (*Matriz de Atividades BIM- MABIM*) que une, viabiliza a identificação das atividades BIM executadas por um BIM Manager durante um projeto, e orienta a produção e gestão da informação do projeto BIM.

Palavras Chave:

BIM Manager, Coordenação de Projetos, BIM Management

Abstract

The dissemination of the *Building Information Modeling* (BIM) methodology in the Construction Industry has transformed the production chain of construction assets with the inclusion of new technologies and project management methodologies. These changes have direct interference with activities between teams and interorganizational relationships within a BIM contract, in addition to practical changes induced in architecture and engineering activities.

This scenario made clear and necessary the development of a new working methodology that adapts to BIM contracts and, consequently, new activities, tasks and responsibilities of the project coordination team. Since these technical activities are carried out in Portugal by a regulated project coordination team, it is necessary that the activities and functions are defined, as well as the decision hierarchies within the project.

In a BIM contract the professional responsible for coordinating the project has been internationally described as *BIM Manager* and the changes induced by this new work in the professional activities of an architect is the scope of this Investigation.

The Research promotes the evolution of the research of the literature on BIM from the perspective of architecture in the areas of design, construction and education, in addition to presenting a new method of BIM project planning with the development of a tool prototype (MABIM- BIM Activity Matrix) that unites, enables the identification of BIM activities performed by a BIM Manager during a project, and guides the production and management of BIM project information.

Keywords:

BIM Manager, Project Coordination, BIM Management

Lista de acrônimos e abreviaturas

AEC	Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção
BDS	Building Description System
BEP	BIM Execution Plan
BIM	Building Information Modeling
CAD	Computer Aided Design
DB	Design Build
DBB	Design Bid Building
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
IPD	Integrated Project Delivery
MABIM	Matriz de Atividades BIM
MEP	Mechanical Electrical Plumbing
NBS	National Building Specification
PEB	Plano de Execução BIM
PGDL	Procuradoria-Geral Distrital de Lisboa
SCI	Science Citation Index

ÍNDICE

<i>Dedicatórias</i>	I
<i>Agradecimento</i>	III
<i>Informações</i>	V
<i>Resumo</i>	VII
<i>Abstract</i>	IX
<i>Lista de acrônimos e abreviaturas</i>	XI
<i>Índice de Figuras</i>	XVIII
<i>Índice de Tabelas</i>	XXIII
Introdução	1
Problema da Investigação	1
Título	4
Questões da Investigação	4
Hipótese da Investigação	4
Objetivos da Investigação	5
Justificativa da Investigação	5
1.1. CAPÍTULO 1. Metodologia da tese	9
1.2. Metodologia do documento	9
1.3. Estruturação do Documento de Tese	10
1.4. Tipificação	12
1.5. Ferramenta para abordagem teórica: Controle de Bibliografia	14
1.6. Estratégia de métodos que compõem a metodologia da Investigação	29
Resumo do desenvolvimento da Investigação	30

	CAPÍTULO 2. Estado da Arte.....	33
	Notas acerca da evolução do âmbito da profissão do profissional arquiteto	35
	As novas relações de trabalho do arquiteto e a desvalorização da profissão	37
	O panorama BIM na Indústria AEC	40
2.1.	O profissional no contexto da metodologia BIM.....	47
2.2.		
2.3.	Coordenação de Projetos.....	56
2.4.	Gestão e Coordenação BIM	76
2.5.		
2.6.	Educação BIM.....	87
2.7.	Notas finais do Capítulo 2	101
2.8.	CAPÍTULO 3. MABIM - Matriz de atividades BIM.....	103
	Organização da ferramenta	103
3.1.		
3.2.	Uso de uma framework para visualização de um ambiente	105
3.3.	O que é e como está organizada.....	106
3.4.	Organização horizontal do tempo do projeto	108
3.5.	Organização vertical dos Grupos de Trabalho BIM.....	109
3.6.		
3.7.	As atividades BIM e suas relações	123
3.8.	As atividades como esforço de trabalho	124
3.9.	Pesos das atividades	127
3.10.	Validação e aplicação.....	127
4.1.		
4.2.	Notas finais do Capítulo 3	128
4.3.	CAPÍTULO 4. BIM EDUCAÇÃO –.....	131
	Uma primeira abordagem via Análise bibliométrica.....	131
	Análise quantitativa do Mapeamento da produção científica em BIM Educação .	132
	Aplicação	139

	Uma abordagem sobre as questões da investigação	154
	Notas finais do Capítulo 4.....	161
	CAPÍTULO 5. BIM EDUCAÇÃO Abordagem prática via Caso de Estudo: Entrevistas aos Docentes	163
4.4.		
4.5.	Descrição do Estudo de caso.....	164
	Aplicação.....	164
5.1.	Avaliação dos dados recolhidos.....	165
5.2.		
5.3.	Notas finais do Capítulo 5.....	171
5.4.	CAPÍTULO 6. BIM EDUCAÇÃO - Abordagem Prática via Estudo de caso: Inquéritos aplicado aos Alunos e Docentes.	173
	Problemas de execução e alteração de estratégia da Investigação:.....	173
6.1.		
6.2.	Descrição do caso de estudo.....	174
6.3.	Análise qualitativa dos inquéritos.....	175
6.4.	Notas finais do Capítulo 6.....	180
	CAPÍTULO 7. BIM na Indústria da Construção – Abordagem via Estudo de Caso: Aplicação da Matriz de Atividades BIM.....	183
7.1.		
7.2.	Descrição do caso de estudo.....	183
7.3.		
7.4.	Implementação BIM no contexto da aplicação do caso de estudo Construção	185
7.5.	Plano de Projeto	187
7.6.	A aplicação da Matriz de Atividades e a organização das atividades.....	192
	Visão geral do estudo de caso além da aplicação na investigação	194
8.1.	Notas finais do Capítulo 7.....	197
	CAPÍTULO 8. BIM EM PROJETOS: Abordagem prática via aplicação da Matriz de Atividades BIM na Coordenação de Projetos.....	199
	Estudo de caso para validação da Matriz de Atividades BIM (MABIM).	199

	Avaliação inicial, uso da ferramenta e reuniões de alinhamento	202
	Validação da ferramenta pelos especialistas.....	205
	Resultados das aplicações da ferramenta	207
8.2.	Notas finais do Capítulo 8	238
8.3.		
8.4.	CAPÍTULO 9. Conclusões	241
8.5.	A identificação do BIM Manager como ponto de partida para perceber o enquadramento do arquiteto.	241
9.1.	Identificação do novo âmbito apresentado pelo BIM	245
9.2.	A percepção e investigação das diversas nuances do trabalho do arquiteto são necessárias para a discussão das alternativas da profissão	247
9.3.	O Arquiteto é a figura central da coordenação de projetos	249
9.4.	A Coordenação de Projetos da teoria à prática na Construção	254
9.5.	Contribuição à valorização do arquiteto	257
9.6.	MABIM, um protótipo de ferramenta que suporta um banco de dados valioso para a coordenação de projetos	260
9.7.		
9.8.	MABIM , uma estrutura organizada para orientar o trabalho do Arquiteto BIM Manager	265
10.1.	CAPÍTULO 10. Desdobramentos da Investigação.....	267
10.2.		
10.3.	Próximas investigações.....	267
10.4.	Disseminação da Investigação	268
	Congressos e Artigos	269
	Participações	270
	CAPÍTULO 11. Bibliografia	277
	ANEXOS.....	297
	Anexo 1.....	297

Anexo 2	298
Anexo 3	311
Anexo 4	331

Índice de Figuras

Figura 1 Mapa de ideias. Fonte: Autora, 2018	3
Figura 2 Modelo da Investigação	10
Figura 3 Organização da literatura	14
Figura 4-Área de atuação do BIM Manager_ Fonte: Autora, 2018	15
Figura 5- Controle de Bibliografia- Exemplo Geral. Fonte: Autora, 2018	16
Figura 6-Proporção de documentos. Fonte: Autora, 2018	21
Figura 7-Publicações em cada área de atuação. Fonte: Autora, 2018	21
Figura 8-Ferramenta Xmind sendo usada para organização do índice.....	23
Figura 9- XMind Estudo da organização das referências nos capítulos.....	24
Figura 10 Reestruturação do Mapa Gráfico	28
Figura 11-Métodos que estruturam a Tese.	29
Figura 12-Estratégia de desenvolvimento- completo	30
Figura 13-Desenho da Investigação	31
Figura 14- Serviços prestados pelo arquiteto segundo NP4526- adaptado de (CT 188(OA), 2014)	60
Figura 15: Processos Usos BIM- Adaptado de: (State, 2010).....	79
Figura 16: Processos BIM- Adaptado de: (BCA - Building and Construction Authority, 2013).....	80
Figura 17: Transferência de informação- Adaptado de:(International Organization for Standardization (ISO), 2017)	81
Figura 18: Organização Design Bid Building - Contratação tradicional de projetos- Adaptado de:(Eastman et al., 2011)	85
Figura 19- Processos de projetos nos diferentes tipos de contrato- Adaptado de:(Eastman et al., 2011).....	87
Figura 20-Estrutura dos temas.....	88
Figura 21 Autores mais expressivos.....	90
Figura 22 : Estratégia DS para organização do Artefacto: Matriz de Atividades BIM	104
Figura 23: Organização da MABIM.....	107
Figura 24 Ilustração das Fases de um projeto-Adaptado de: (Succar, 2009)	109

Figura 25 Adaptado de ISSO 19650 (International Organization for Standardization (ISO), 2017).....	109
Figura 26 Cronograma-Relação interna alimentando cronograma geral.....	119
Figura 27-Ilustração da curva de MacLeamy(McLeamy, 2004)	125
Figura 28-Ilustração de distribuição de esforço de trabalho (A. A. Aibinu & Papadonikolaki, 2020).....	125
Figura 29 Organização do Capítulo 5: Análise bibliométrica quantitativa	131
Figura 30-Quadro 1.....	141
Figura 31-Education	144
Figura 32-Model	144
Figura 33-Case Study	144
Figura 34-Management.....	144
Figura 35-Framework	145
Figura 36-University.....	145
Figura 37- Relação Construction Education.....	145
Figura 38-Collaboration.....	145
Figura 39-Facility Management	145
Figura 40-Design Management	145
Figura 41-total de autores	147
Figura 42-Total 319 autores relacionados	147
Figura 43 Total de documentos analisados.....	149
Figura 44 Total de documentos analisados no espaço amostral existente.....	149
Figura 45 Publicações selecionadas.....	149
Figura 46 Documentos selecionados- tempo.....	150
Figura 47- Citação-países	150
Figura 48 Organizações referências.....	153
Figura 49 Journals.....	153
Figura 50 Co-citation Resultado do mapa geral	155
Figura 50 Co-citation Resultado do mapa geral	155
Figura 51 Co-citation-principais documentos de cada grupo	156
Figura 52 Bibliografic coupling- Documentos	157
Figura 53 Bibliografic Coupling-Documento mais relacionado.....	158
Figura 54 Bibliografic Coupling-Documento mais citado	159

Figura 55-Evolução temporal	160
Figura 56-Educação no tempo	161
Figura 57-Construction Education no tempo	161
Figura 58 Organização do Capítulo 6: Análise bibliométrica qualitativa	163
Figura 59 Organização do Capítulo 6: uso da MABIM em Educação	174
Figura 60 Resultado Inquérito com alunos	175
Figura 61- Inquérito com alunos-Definição de perfil	176
Figura 62-Inquérito com alunos- Grupo de Trabalho: Diagnóstico/ Etapa: Concurso de projeto	177
Figura 63-Inquérito com alunos- Grupo de Trabalho: Diagnóstico/ Etapa: Concurso de empreitada	177
Figura 64-Inquérito com alunos- Grupo de Trabalho: Plano de Execução BIM/ Etapa: Preparação do Projeto	177
Figura 65-Inquérito com alunos- Grupo de Trabalho: Plano de Execução BIM/ Etapa: Preparação do Projeto	177
Figura 66- Inquérito com alunos- Grupo de Trabalho: Plano de Execução BIM/ Etapa: Início de coordenação de Projeto	178
Figura 67-Inquérito com alunos- Grupo de Trabalho: Plano de Execução BIM/ Etapa: Início de coordenação de Obra	178
Figura 68- Inquérito com alunos- Grupo de Trabalho: Cronograma/ Etapa: Execução do Projeto	178
Figura 69- Resultados do Inquérito com os alunos em relação aos grupos de Trabalho da Matriz de Atividades BIM	180
Figura 70-Resultados do Inquérito com os alunos em relação às fases de projeto da Matriz de Atividades BIM	180
Figura 71-Ilustração Caso de estudo Construção	183
Figura 72- Ilustração da estratégia para o estudo de caso na Construção. Fonte: Autora, 2019	185
Figura 73- Plano do Projeto-Construção	188
Figura 74-Elementos de planeamento-Estudo de caso na Construção	191
Figura 75- Plano do Projeto em ilustração para o Estudo de caso: Construção	192
Figura 76- Exemplo da Matriz para Construção	194
Figura 77-Avaliação da ferramenta MABIM	205

Figura 78-MABIM_ <i>Matec</i> -Resultado Geral	209
Figura 79 MABIM_ <i>Método</i> -Resultado Geral	209
Figura 80- MABIM_ <i>Matec</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos x atividades.....	210
Figura 81 MABIM_ <i>Método</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos x atividades.....	210
Figura 82-- MABIM_ <i>Matec</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos/horas trabalhadas	211
Figura 83-MABIM_ <i>Matec</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos/custos	211
Figura 84 -- MABIM_ <i>Método</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos/horas trabalhadas	212
Figura 85 MABIM_ <i>Método</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos/custos	212
Figura 86-MABIM_ <i>Matec</i> - Resultado das atividades nos Grupos de Trabalho ...	213
Figura 87-MABIM_ <i>Matec</i> - Resultado Grupos de Trabalho/ horas trabalhadas ...	213
Figura 88-MABIM_ <i>Matec</i> - Resultado Grupos de Trabalho/ custos	213
Figura 89 MABIM_ <i>Método</i> - Resultado das atividades nos Grupos de Trabalho	214
Figura 90 --MABIM_ <i>Método</i> - Resultado Grupos de Trabalho/ horas trabalhadas	214
Figura 91 MABIM_ <i>Método</i> - Resultado Grupos de Trabalho/ custos	214
Figura 92-MABIM_ <i>Matec</i> - Resultado Grupos de Trabalho/ ciclo de vida.....	215
Figura 93 MABIM_ <i>Método</i> - Resultado Grupos de Trabalho/ ciclo de vida.....	216
Figura 94-MABIM_ <i>Estúdio Mais Um</i> -Resultado Geral	219
Figura 95- MABIM_ <i>Estúdio Mais Um</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos x atividades.....	220
Figura 96- MABIM_ <i>Estúdio Mais Um</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos/horas trabalhadas	221
Figura 97-MABIM_ <i>Estúdio Mais Um</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos/custos.....	221
Figura 98-MABIM_ <i>Estúdio Mais Um</i> - Resultado das atividades nos Grupos de Trabalho.....	222

Figura 99-MABIM_ <i>Estúdio Mais Um</i> - Resultado Grupos de Trabalho/ horas trabalhadas.....	222
Figura 100-MABIM_ <i>Estúdio Mais Um</i> - Resultado Grupos de Trabalho/ custos	222
Figura 101-MABIM_ <i>Estúdio Mais Um</i> - Resultado Grupos de Trabalho/ ciclo de vida.....	223
Figura 102-MABIM_ <i>MC</i> -Resultado Geral	228
Figura 103-MABIM_ <i>Pontto 4</i> - Resultado Geral	228
Figura 104-MABIM_ <i>Modulor</i> - Resultado Geral	228
Figura 105-MABIM_ <i>MC</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos x atividades	229
Figura 106-MABIM_ <i>Pontto 4</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos x atividades.....	229
Figura 107-MABIM_ <i>Modulor</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos x atividades.....	230
Figura 108-MABIM_ <i>MC</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos x horas trabalhadas.....	230
Figura 109-MABIM_ <i>MC</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos x custos	230
Figura 110-MABIM_ <i>Pontto 4</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos x horas trabalhadas.....	231
Figura 111 MABIM_ <i>Pontto 4</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos x custos	231
Figura 112--MABIM_ <i>Modulor</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos x horas trabalhadas.....	231
Figura 113-MABIM_ <i>Modulor</i> - Resultado Fases de Coordenação de Projetos x custos.....	232
Figura 114-MABIM- <i>MC</i> - Resultado das atividades nos Grupos de Trabalho.....	233
Figura 115- MABIM- <i>MC</i> -Resultado Grupos de Trabalho/ horas trabalhadas.....	233
Figura 116-MABIM- <i>MC</i> -Resultado Grupos de Trabalho/ Custos.....	233
Figura 117-MABIM- <i>Pontto 4</i> - Resultado das atividades nos Grupos de Trabalho	234
Figura 118-MABIM- <i>Pontto 4</i> -Resultado Grupos de Trabalho/ horas trabalhadas	234
Figura 119-MABIM- <i>Pontto 4</i> -Resultado Grupos de Trabalho/ custos.....	234

Figura 120-MABIM-Modulor- Resultado das atividades nos Grupos de Trabalho	235
.....	235
Figura 121-MABIM-Modulor-Resultado Grupos de Trabalho/ horas trabalhadas	235
Figura 122-MABIM-Modulor-Resultado Grupos de Trabalho/ custos.....	235
Figura 123-MABIM_MC- Resultado Grupos de Trabalho/ ciclo de vida.....	236
Figura 124-MABIM_Pontto 4- Resultado Grupos de Trabalho/ ciclo de vida.....	237
Figura 125-MABIM_Modulor- Resultado Grupos de Trabalho/ ciclo de vida.....	238
Figura 126- Resultados compilação de dados MABIM	263
Figura 127 Resultados compilação de dados MABIM-Fases de Coordenação.....	263
Figura 128 Resultados compilação de dados MABIM-Grupos de Trabalho.....	263
Figura 129 Resultados compilação de dados MABIM-Grupos de Trabalho.....	264
Figura 130 Disseminação: Aula BIM Experts	270
Figura 131 Disseminação: Aula BIM Experts	270
Figura 132 Disseminação: BIM Day UFPE	271
Figura 133 Disseminação: BIM -Unicor	271
Figura 134 Disseminação: Gestão BIM E2D 500	272
Figura 135 Disseminação Jornada Hospital BIM	273
Figura 136 Disseminação Banca UFPE.....	274

Índice de Tabelas

Tabela 1 Objetivos da Investigação	5
Tabela 2 Método de investigação adaptado de : (Dresch et al., 2015)	13
Tabela 3 Controle da Bibliografia-Exemplo Construção. Fonte: autora 2018	17
Tabela 4 Controle da Bibliografia-Exemplo Formação. Fonte: Autora, 2018	18
Tabela 5 Controle da Bibliografia-Exemplo Projeto. Fonte: Autora, 2018.....	19
Tabela 6 Resumo e exemplo do quadro das Contribuições	25
Tabela 7-Visão geral da adoção BIM mundial. Adaptado de (Mcauley et al., 2016)	46
.....	46
Tabela 8 Adaptado de:(Rahman et al., 2016)	56
Tabela 9: Deveres do Coordenador de Projeto-Artigo 9º -Retirado de:(Diário da República, 2009a).....	59

Tabela 10: Documentação legal portuguesa.....	62
Tabela 11- Classes de habilitações- Retirado de: (Diário da República, 2012a)	64
Tabela 12: Qualificações para exercícios de coordenação de Projetos. Adaptado de:(Diário da República, 2015a)	65
Tabela 13: Qualificações para exercício de direção de obra ou direção de fiscalização de obra. Adaptado de:(Diário da República, 2015a, 2018).....	66
Tabela 14: Qualificações para projeto de engenharia específicos- Adaptado de:(Diário da República, 2015a)	68
Tabela 15:Condução de obras de classe 6 ou superior-Adaptado de: (Diário da República, 2015a).....	69
Tabela 16: Qualificações profissionais incluídas para a execução de empreitadas de obras públicas. Adaptado de:(Diário da República, 2018).....	70
Tabela 17 : Estrutura conceitual de gestão de projeto- Adaptado de: (Koskela, L. & Huovila, 1997).....	73
Tabela 18: Estrutura de gestão de processos de projeto. Adaptado de:(Formoso et al., 1998).....	75
Tabela 19: Áreas de aplicação BIM no ciclo de vida- Adaptado de: (Ahn et al., 2016b)	77
Tabela 20: Usos BIM- Adaptado de : (Massachusetts Port Authority, 2015).....	77
Tabela 21: Foco BIM- Adaptado de: (Succar, 2009)	78
Tabela 22 Temas divididos em níveis	89
Tabela 23 Universidades relevantes	90
Tabela 24 Documentos mais expressivos.....	91
Tabela 25 BIM Educação- Panorama Documentos analisados	100
Tabela 26 adaptado de : (March & Smith, 1995)	103
Tabela 27 Organização vertical da MABIM	111
Tabela 28- Estudos de Caso selecionados	128
Tabela 29 Níveis de relação entre palavras-chave	142
Tabela 30 Autores mais citados dos 18 grupos encontrados	147
Tabela 31 Países organizados em clusters	151
Tabela 32 Journals Referência.....	154
Tabela 33 Co-citation-principais grupos de referências	156
Tabela 34 Principais documentos citados por 2 publicações	158

Tabela 35 Modelo estruturado de Implementação.....	195
Tabela 36 Modelo estruturado de Implementação Aplicado	196
Tabela 37- Participantes da fase de Validação da MABIM	200
Tabela 38-Registo dos tópicos e melhorias da MAB-Reuniões	203
Tabela 39 Entrevista MABIM	206
Tabela 40 Retomada das Metas e Objetivos da Investigação	257
Tabela 41 Disseminação da Investigação	269

Introdução

Problema da Investigação

O *Building Information Modeling* (BIM) é a metodologia de construção que agrega desenvolvimento de projeto e gestão de obras em todas as suas fases através da interoperabilidade de softwares de bases de dados em formato digital. (Eastman et al., 2011).

As vantagens de uso desta metodologia de trabalho e os seus impactos têm sido amplamente discutidos na Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) e a sua utilização já acarreta transformações na cadeia de toda a produção da construção civil (Han et al., 2016), afetando diretamente o trabalho dos profissionais envolvidos.

Para que todas as possibilidades do BIM sejam utilizadas pressupõe-se o esforço constante de colaboração multidisciplinar, isto é, todos os envolvidos trabalhando ativamente sob os mesmos requisitos, contrato e assim transformando o produto dos trabalhos em um modelo digital que concilia todas as informações pertinentes ao projeto. A colaboração deve vir também do compartilhamento de informações de gestão com o objetivo de que toda a equipa conheça as estratégias de desenvolvimento do projeto, assim como planeamento, custos, padrões de construção pretendido, nível de pormenorização necessário e por fim, tendo o mesmo produto final como objetivo.

Tais informações precisam ser geridas e distribuídas a todos os envolvidos: projetistas, construtores, subcontratados, cliente, consultores e para que isso aconteça, é imprescindível um acompanhamento direto de um gestor de todas as informações. No âmbito da metodologia de construção essa figura é o *BIM Manager*, profissional central da distribuição de informações de um empreendimento desenvolvido, e/ou construído, e/ou operado em BIM.

Essa nova função dentro de um contrato BIM tem sido discutida, citada e requerida no âmbito da AEC pois tem relação direta com os pontos de maior relevância da cadeia de produção da construção, conforme ilustrado na Figura 1.

A ampla possibilidade de conexões que o *BIM Manager* pode exercer dentro da cadeia produtiva é o que torna esse profissional uma peça chave no desenvolvimento de um projeto e, portanto, de extrema importância e relevância.

Apesar do reconhecimento, o papel deste profissional, isto é, as suas responsabilidades, atuação dentro da cadeia da produção, não representa ainda uma convenção. Essa situação leva à busca de adaptação de profissionais da construção civil, sem distinção entre formações, ao novo método de trabalho. Essa preparação é feita através das entidades de ensino, mas não só, não havendo ainda nesse momento da história, uma regra única para exercer esse novo papel no âmbito da construção civil. Em resumo, observa-se arquitetos, técnicos de construção, engenheiros civis e de outras engenharias, absorvendo essa nova demanda de trabalho nas mais variadas formas de gestão e de resolução dos problemas.

Em consequência, novas atividades surgem com as vigentes demandas e, no caso dos arquitetos, são acrescentadas às atividades tradicionais para que esses sejam capazes de desempenhar o trabalho completo que a metodologia BIM estabelece.

Contudo, apesar de ser de entendimento geral da comunidade AEC a existência de um novo formato de trabalho, há ainda uma nebulosidade sobre o assunto, cenário não incomum no processo de adaptação a qualquer inovação, mas que demanda desenvolvimento. O desenvolvimento da percepção desse novo profissional colabora com a melhoria na formação dos novos atores, já que as entidades de ensino também precisam se adaptar. Já nas Organizações, compreender a nova estrutura de atividades BIM, promove uma harmonização das definições de cargos de trabalho relacionados à coordenação de informações do projeto.

Ainda nesse tópico, recorda-se que a coordenação de projetos é uma atividade regulamentada em Portugal, isto é, é descrita em lei específica por qual profissional pode ser exercida e as suas responsabilidades no contrato da construção. Esse fato provoca uma elucidação sobre a importância do investimento em definição desta área, executada na atualidade, por qualquer profissional entendido como capacitado.

Na visão e atuação do arquiteto, a coordenação de projetos é já uma tarefa que faz parte das suas obrigações legais, e, conforme já exposto, no contexto BIM é uma adição de novas tarefas. Nesse sentido, nesta Investigação o *BIM Manager* será abordado na perspectiva da atuação do arquiteto nessa nova conformação de trabalho, tendo como ponto de partida a Coordenação dos processos de projeto e não objetiva discutir os aspetos referentes à conceção do projeto dentro da metodologia BIM.

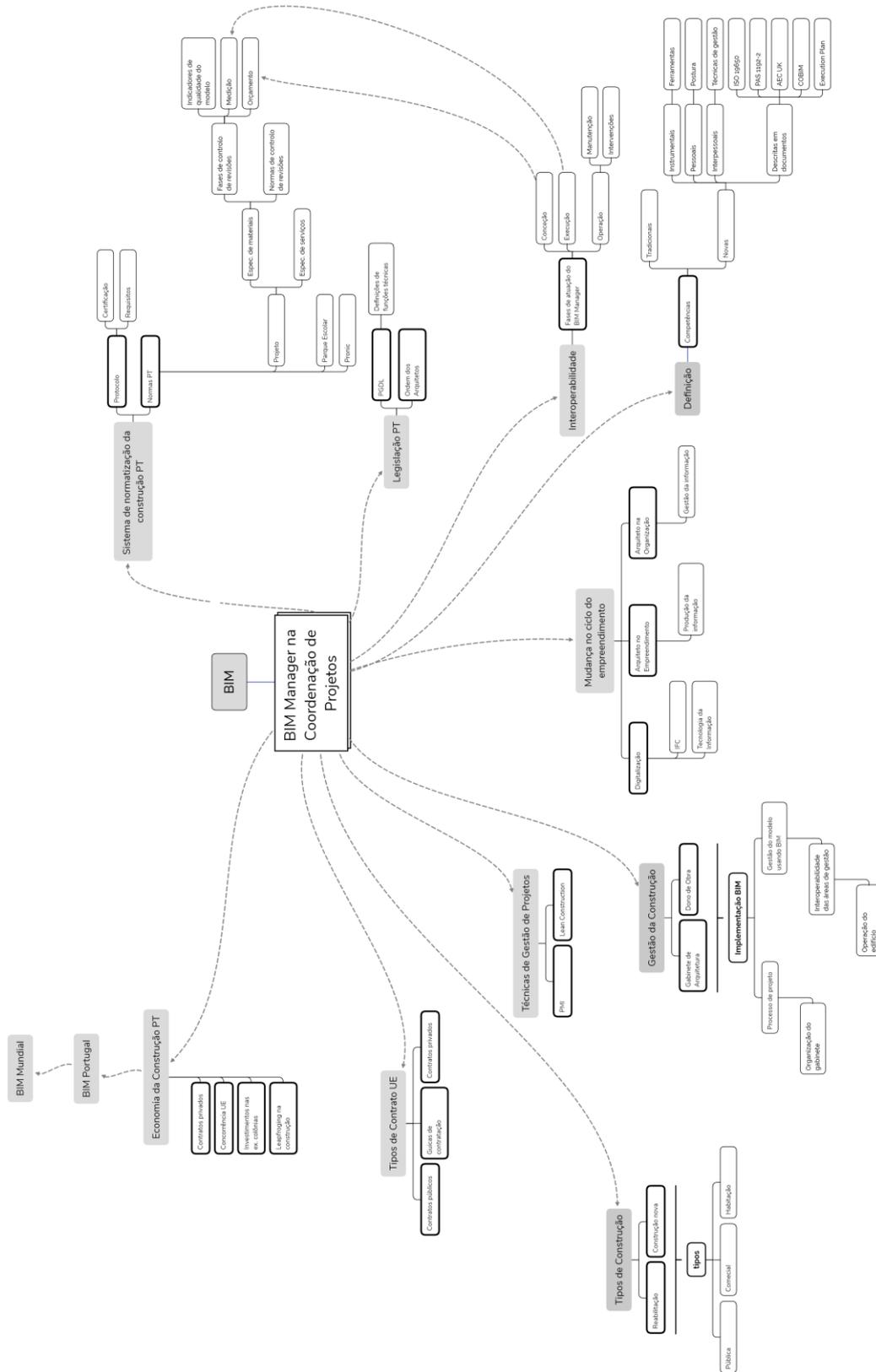


Figura 1 Mapa de ideias. Fonte: Autora, 2018 ¹

¹ As imagens que ilustram esse documento estão disponíveis também em anexo digital.

Título

BIM Manager, um novo âmbito no trabalho do Arquiteto na Coordenação de Projetos.

Questões da Investigação

A partir da observação do cenário da construção civil mundial, da experiência profissional da autora e das exigências do mercado profissional para arquitetos, surge a inquietação sobre o assunto do papel do arquiteto nessa nova fase da Indústria AEC. Percebendo um movimento real e prático de mudança do tipo de trabalho exigido pela Indústria, foram identificadas algumas questões que permearão essa Investigação.

- A. Quais foram as mudanças no trabalho do arquiteto induzidas pela metodologia BIM?
- B. Como o arquiteto se conecta com as diferenças de processos de trabalho lineares e colaborativos sob a ótica da prática de projeto?
- C. Como o novo âmbito de trabalho está inserido na Educação e se essa conexão reflete a realidade de necessidade da indústria?
- D. É possível identificar e definir as atividades de um coordenador de projetos BIM realizadas por um arquiteto?
- E. O novo formato de trabalho BIM pode ser aplicado por arquitetos em todas as áreas de coordenação de projetos da construção?

Hipótese da Investigação

A hipótese central da Investigação baseia-se na ótica do arquiteto como profissional principal de uma coordenação de projetos na construção civil, no contexto atual de existência do BIM como metodologia de trabalho. Orienta a investigação na direção deste profissional atuando como BIM Manager, baseado nas vantagens deste desempenho por um arquiteto, que por sua vez, é fruto da evolução natural da mais valia da formação de arquitetura. Fundamentado nisso, investiga-se a hipótese de que o trabalho do arquiteto na Coordenação de Projetos foi transformado pela metodologia BIM.

Objetivos da Investigação

Esta Investigação se desenvolverá baseada em três objetivos principais, para os quais serão identificadas metas centrais para o atingimento dos mesmos.

Tabela 1 Objetivos da Investigação

Metas	Objetivos
Analisar as relações, conexões, mudanças nas três esferas de atuação do arquiteto: construção, projeto e educação.	Demonstrar o novo âmbito de trabalho do arquiteto com o BIM
Identificar as atividades BIM.	
Identificar e discutir os impactos do BIM sob a ótica da legislação portuguesa sobre a coordenação de projetos.	
Criar uma framework de atividade BIM baseada na prática e na literatura especializada.	Desenvolver o conhecimento e discutir novas formas de inserção do arquiteto nas três esferas de atuação.
Embasar o contexto do BIM no trabalho do arquiteto.	
Perceber a evolução internacional dos processos de coordenação e gestão, incluindo os desenvolvimentos normativos recentes.	
Identificar e discutir a relação do BIM Manager sob a ótica da Educação.	
Explicitar através dos resultados da Investigação o valor que um arquiteto agrega na gestão de um projeto BIM.	Contribuir para a valorização do arquiteto

Justificativa da Investigação

Necessidade, deficiência e oportunidade

O campo da construção civil está em constante transformação, seja esta impulsionada por crises econômicas que afetam negativamente o seu desenvolvimento, ou seu significativo crescimento em determinadas épocas. Um dos fatores mais relevantes para isso decorre das transformações no campo da tecnologias. A implementação e o desenvolvimento de novas tecnologias com impacto nessa área, como é o caso do BIM e seu universo de sub temas, representam uma possibilidade de resiliência financeira em épocas de recessão (Mcgraw Hillconstruction, 2009) e influenciam as inúmeras disciplinas e profissionais de diferentes setores relacionados com a indústria de AEC, os quais trabalham

com o mesmo objetivo final de atender aos requisitos do cliente, buscando melhorias técnicas junto ao aumento da produtividade. Tal movimento impulsiona o desenvolvimento de novas técnicas de gestão, a evolução de softwares, materiais e maquinário.

Com a expansão da metodologia BIM a um contexto mundial, observam-se novas necessidades não apenas na implementação dos sistemas, preparo de grupos de trabalho, adesão a novos softwares de projeto, mas também de especialização de profissionais para gerir as equipes, informações e contratos de processos integrados (Julide Bozoglu & Arditi, 2014). Esses profissionais tem sido identificado na literatura especializada como *BIM Manager* e as suas competências surgem listadas de maneira diversa em artigos ou documentos emitidos pela Indústria da Construção, como por exemplo: COBIM (Finlândia) (BuildingSMART, 2012), PAS1192 (UK) (BSI, 2014), AECUK BIM Protocol (AEC (UK), 2012), BIM, Project Execution Planning Guide (EUA) (State, 2010). Tais documentos são comumente descritos como *Guide-lines*² e servem de guias para o meio técnico. É através destes que as boas práticas são descritas, padronizadas e distribuídas para que se tenha um parâmetro mínimo nas contratações, nas modelações dos projetos e na gestão da informação.

Atualmente há uma carência de informações sobre esse novo trabalho, essa nova profissão. As publicações são dispersas, não há uma uniformidade do entendimento sobre a atuação deste novo profissional, mas há uma convergência de opinião entre eles que é o posicionamento do profissional *BIM Manager* como figura crucial para o bom desenvolvimento de uma construção em todas as suas fases de evolução.

A carência de profissionais é uma realidade e tem níveis diferentes de impacto de acordo com a maturidade que a utilização do BIM que se observa em cada organização, mas de forma geral, este problema tem sido paliativamente suprido pela Indústria com treinamentos internos dos profissionais das empresas, contratação de consultores especializados, adaptação aos novos softwares (Julide Bozoglu & Arditi, 2014). Observa-se igualmente o surgimento de novos cursos de especialização dentro e fora das Universidades, o que demonstra a necessidade de atualização dos profissionais que atuam na área.

Essa Investigação preocupa-se também com a afirmação do profissional de arquitetura no cenário global da construção civil, enxergando nessas novas necessidades de

² Guidelines é uma palavra da língua inglesa e neste documento se refere aos guias de orientações publicados pela Indústria AEC

atuação enquanto *BIM Manager* como sendo uma oportunidade de reforço profissional dos arquitetos, sendo que a profissão tem enfrentado questionamentos que geram a desvalorização económica e social das respetivas carreiras profissionais. Como ilustração dessa colocação, regista-se a discussão de 2018, ocorrida em Portugal sobre as regras de responsabilidade dos Projetos de Arquitetura (Diário da República, 2018). Esse gênero de questionamento pode ser interpretado como fruto do afastamento do profissional das responsabilidades que lhe cabem por lei e, a partir disso, há abertura para que a sociedade ou as partes interessadas tracem movimentos desta natureza. Outro ponto relevante é a constatação da pulverização das especializações do arquiteto nas inúmeras possibilidades de atuação deste profissional. É uma tendência do mercado global, identificar o *arquiteto* de acordo com as funções ou produtos específicos a que está associado, tais como “light designer”, “interior designer”, abrangendo atividades que não se enquadram no trabalho tradicional do arquiteto e assim possibilitam o entendimento de outros profissionais para a execução destas atividades. Outro ponto é a perceção dos construtores sobre esse profissional, indicando que há uma falha de liderança interdisciplinar no mercado pelo não entendimento do arquiteto como parte integrante da gestão da indústria da construção (Claire Jamieson, Dickon Robinson, John Worthington, 2011).

Observando o momento singular que se vive no contexto da indústria da construção civil e as necessidades urgentes que precisam ser cobertas, existe uma grande oportunidade para a reinserção do arquiteto como figura principal no seio da execução de um projeto, em todo o seu ciclo de vida, isto é, do planeamento ao pós obra. É nesse contexto em que se desenvolve essa Investigação: o trabalho do *BIM Manager* sendo executado por um arquiteto e as mudanças que isso acarreta no trabalho enquanto Coordenador de Projeto.

CAPÍTULO 1. Metodologia da tese

Metodologia do documento

Este documento está estruturado em 11 capítulos e os seus conteúdos se desenvolvem de acordo com o sentido específico organizado para melhor perceção das fases da Investigação.

O capítulo Introdução expressa e aborda os temas gerais da organização da Investigação, o Capítulo 1 descreve a metodologia adotada, os métodos específicos aplicados em cada fase da investigação e estruturação da informação que dá forma a este documento. O capítulo 2 aborda, condensa e caracteriza o Estado da Arte relativo aos tópicos relevantes para o desenvolvimento do trabalho.

No capítulo 3 desenvolve-se e apresenta-se a Matriz de Atividades BIM (MABIM), ferramenta utilizada transversalmente em todas as áreas de pesquisa desta Investigação.

Com o capítulo 4, dá-se início à aplicação prática da Investigação, com a introdução ao tema do BIM na Educação em arquitetura, o qual se desenvolve igualmente nos capítulos 5 e 6 da tese. No capítulo 4, esta temática é abordada sob a ótica da pesquisa estruturada sobre o tópico. Neste capítulo, implementa-se uma análise bibliométrica, com o objetivo de realizar o mapeamento da produção científica sobre a matéria. No capítulo 5 expõe-se a abordagem prática ao tema BIM Educação, aplicando os dados sistematizados na etapa anterior, do capítulo 4, confrontando os mesmos com a visão de docentes das universidades selecionadas para os estudos de caso. O capítulo 6 organiza a etapa relativa ao trabalho desenvolvido junto aos alunos das escolas de arquitetura selecionadas como estudos de caso.

No capítulo 7 o tema é abordado sob o prisma da Indústria da Construção. Neste capítulo realiza-se uma abordagem prática, desenvolvida em contexto empresarial, junto de uma Organização de construção portuguesa, onde através do desenvolvimento de um Plano de Implementação BIM, foi utilizada e aprimorada a ferramenta MABIM.

O capítulo 8 consagra a etapa de validação da ferramenta MABIM, sendo para o efeito incluídas as participações dos arquitetos e gabinetes de arquitetura, os quais através da utilização e testagem da MABIM, contribuem para a criação do *banco de dados* enquanto produto desta Investigação. Os especialistas envolvidos também concorreram para a construção teórica da conclusão da tese, a partir das colocações realizadas por meio de entrevistas estruturadas sobre o tema.

No capítulo 9 são expostos os argumentos de fechamento da Investigação. Nesta etapa se reorganizam e confrontam os objetivos iniciais do trabalho, assim como as questões preliminares, com o intuito de convergir todas as estratégias criadas e resultados obtidos, em uma argumentação estruturada.

No capítulo 10 surgem organizados os tópicos anexos à Investigação, como a exposição de novas diretrizes para futuras investigações e as disseminações do trabalho executadas durante o desenvolvimento do documento de tese.

O Capítulo 11 engloba as referências utilizadas para a produção da Investigação.

Estruturação do Documento de Tese

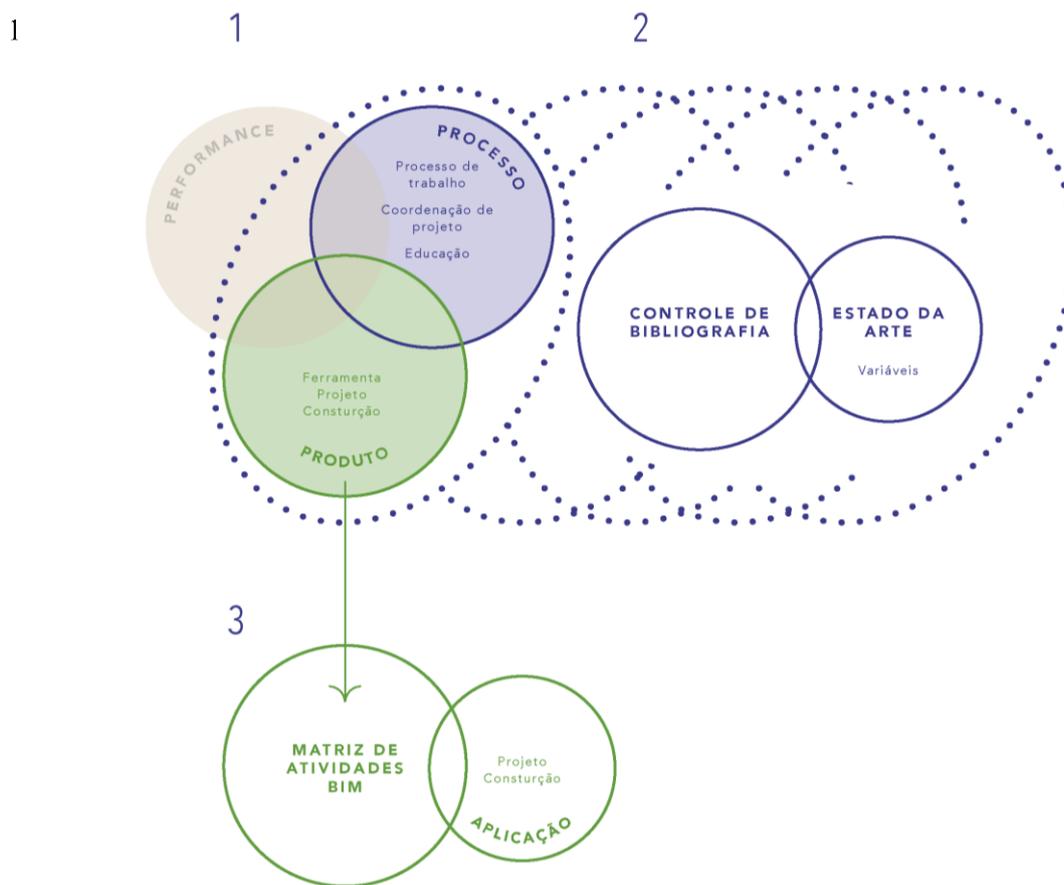


Figura 2 Modelo da Investigação

Diante da problemática gerada pelo papel do arquiteto na nova configuração da Indústria da Construção, concluiu-se que o tema de investigação proposto carecia de uma abordagem tanto prática, como teórica, o que abriu o campo de possibilidades metodológicas a serem discutidas e utilizadas na Investigação. Essa configuração resulta ser benéfica para o avanço da teoria e do conhecimento na área, já que pressupõe um repertório de métodos de pesquisa amplo e definido (Dresch et al., 2015). Fundamentado nisso, o desenvolvimento da Investigação foi estruturado baseado em métodos previamente validados pela sua utilização dentro do contexto de investigação tanto na Arquitetura, como de outras disciplinas, e os seus subtemas, trabalhados através de métodos específicos, de acordo com a necessidade.

Seguindo essa ideia multidisciplinar, num contexto global do trabalho, a investigação fundamenta-se no modelo criado por Jeremy Till (Jeremy Till, 2017). No desenvolvimento deste modelo, o autor expõe-nos as fragilidades encontradas pelos arquitetos pesquisadores ao confrontarem o problema de tipificação do trabalho realizado com algum método científico. O autor desenvolve a conjuntura associando algumas ideias comumente apresentadas por arquitetos a mitos, tais como o desenvolvimento do argumento de que a arquitetura é apenas a arquitetura, o qual trata da dificuldade do autor arquiteto em se fazer entender quando da explicação da sua obra, atribuindo ao interlocutor o problema do não entendimento da questão da arquitetura apresentada. Ainda, o oposto, de que a arquitetura não é arquitetura, quando o arquiteto se vale de uma outra disciplina para enquadrar a sua obra. Jeremy argumenta ainda sobre o mito de que a obra executada representa a investigação arquitetônica e inicia a partir disso, o desenvolvimento do raciocínio sobre a prática do profissional e o que deve representar a investigação em arquitetura, sendo esta necessariamente uma investigação sistemática cujo objetivo é o conhecimento comunicável.

A partir da discussão da dificuldade de enquadramento do trabalho do arquiteto, o mesmo autor questiona sobre a divisão entre prática e academia, vivida como realidade no contexto profissional. Nesse contexto, elabora ainda sobre a produção da base do conhecimento em arquitetura, a qual considera estar sendo desenvolvida de maneira inadequada, já que a maior parte da produção de tecnologia e projetos é realizada na área prática e não acadêmica. Preocupação essa também sinalizada por um estudo sob a perspectiva institucional da pesquisa de arquitetura, onde expõe a tendência de interdisciplinaridade nas investigações e a falta de clareza do papel da indústria, com uma participação descoordenada (Jenkins et al., 2005).

Como consequência, se de fato existe falta de comunicação entre ambas, isso expõe uma inadequação perante o objetivo de sistematizar a comunicação do conhecimento adquirido (Jeremy Till, 2017), isso converge em concordância com o argumento da necessidade de identificação dos requisitos reais entre ambas as áreas para serem combinados e atacados, na identificação de material não publicado, porém de valor científico e no desenvolvimento de métodos de disseminação para promover a pesquisa na arquitetura, como colocado em 2002 como meios de se reverter o panorama de inadequação das investigações (THE EDITORS, 2002).

Fundamentado no ponto da percepção de que a arquitetura precisa ser compreendida e de que há um problema de discurso, a solução apontada por Jeremy (Jeremy Till, 2017) é a do enquadramento dos trabalhos em um modelo de pesquisa em arquitetura que tipifica a produção em: processo, performance e/ ou produto. Tal modelo serve de base para esta investigação e estrutura o trabalho científico dentro da problemática apresentada, enquadrando os subtemas investigados nas possibilidades do Modelo.

1.3. **Tipificação**

Partindo das questões da investigação (0) sobre a alteração de trabalho do arquiteto na coordenação de projetos, o enquadramento do tema no modelo de pesquisa científica de arquitetura seguiu dois grandes campos: processo e produto (Figura 2). Assim foi delineado pois entende-se que dentre as possibilidades de estudo no tema, o conjunto de ações praticadas pelo profissional arquiteto é um ponto imprescindível de abordagem no trabalho, assim como o estudo da sua produção em ambiente de ação.

O grupo dos processos foi estruturado a partir dos subtemas teóricos que compõem a Investigação, abordando todo o estado da arte sobre processos de trabalho, contextualização histórica do trabalho do arquiteto, a coordenação de projetos, a educação do profissional em ambos os contextos: tradicional e em contexto BIM.

A tipificação da investigação na área de Produto se faz por meio do foco na prática, onde são investigadas as teorias e casos de referência que deram suporte à criação de uma ferramenta de apoio utilizada transversalmente nesta investigação. Nele se enquadram também o contexto de casos de estudo na área de projetos e de construção. Áreas práticas tipicamente associadas à atuação do arquiteto.

Retomando a ideia de que a pesquisa deve ter como objetivo o conhecimento comunicável (Jeremy Till, 2017), um ponto de atenção foi encontrar na prática o

conhecimento e traduzi-lo de maneira científica para agregar informações validadas e assim, contribuir para desenvolver conhecimento na área. A preocupação em reconhecer a relevância do conhecimento prático produzido é abordada igualmente pela teoria do *Design Science*, reconhecida na área da engenharia de produção, num contexto em que pesquisas precisam ser direcionadas para a produção de artefactos que sustentem melhores soluções para os problemas existentes (Dresch et al., 2015). Tal teoria, porém, suporta que as soluções para os problemas são obtidas a partir do conhecimento aplicado no **artefacto**, e nesta investigação, no entanto, o artefacto criado é utilizado para alimentar o conhecimento sobre os processos os quais refletem o trabalho do arquiteto que estão sendo discutidos. No entanto, pode-se considerar que parte da estrutura do *Design Science* é também aplicada, já que há um produto(ferramenta), construído através do conhecimento da dinâmica interna de um assunto, com objetivos de transformar o ambiente externo. A partir do artefacto criado, uma sessão de coleta de dados e avaliação por especialistas garantem o fechamento do ciclo de estruturação do método científico utilizado.

Tabela 2 Método de investigação adaptado de : (Dresch et al., 2015)

Características	Design Science Research	Caso de Estudo
Objetivos	Desenvolver artefactos que permitam soluções satisfatórias aos problemas práticos	Auxiliar na compreensão de fenômenos sociais complexos
Principais Atividades	Definir o problema, sugerir, desenvolver, avaliar, concluir	Definir a estrutura de análise, planejar os casos, conduzir piloto, coletar dados, analisar dados e gerar relatório.
Resultados	Artefactos- constructos	Constructos
Tipos de Conhecimento	Como as coisas deveriam ser	Como as coisas se comportam
Papel do pesquisador	Não obrigatório	Não obrigatório
Base empírica	Não obrigatório	Obrigatório
Colaboração pesquisador-pesquisado	Não obrigatório	Não obrigatório
Avaliações dos resultados	Aplicação, simulações, experimentos	Confronto com a teoria
Abordagem	Quantitativa	Qualitativa

Ferramenta para abordagem teórica: Controle de Bibliografia

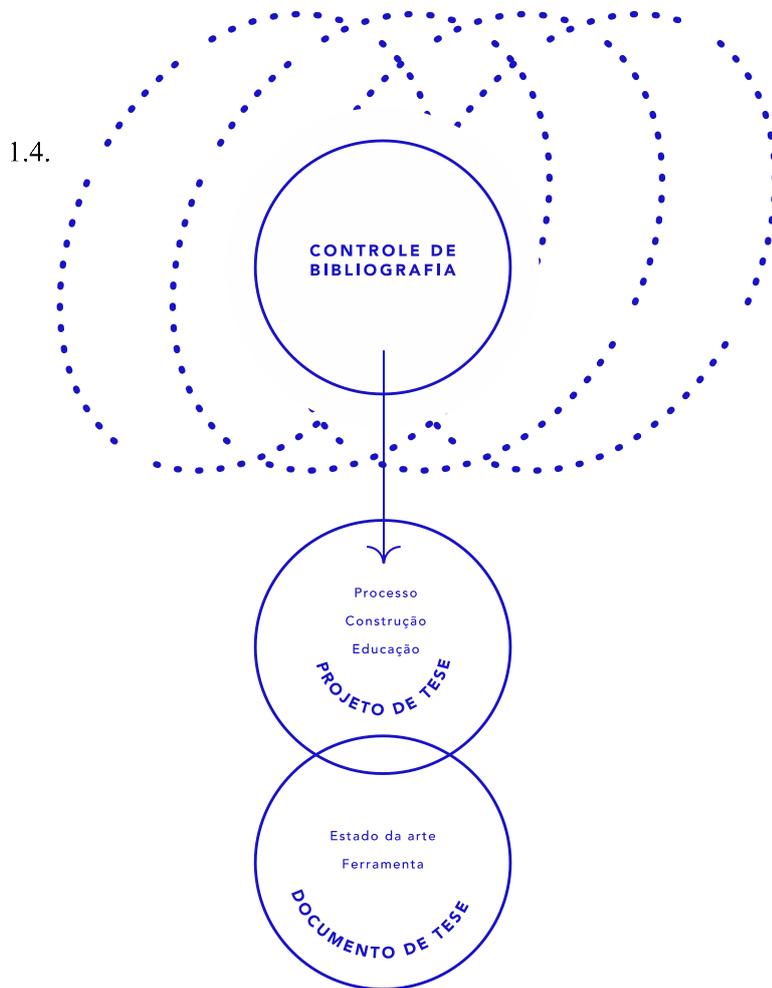


Figura 3 Organização da literatura

O documento da tese foi organizado durante os anos de trabalho do doutoramento e, ao longo destes, interpreta-se ao final a possibilidade de divisão em 2 fases distintas: organização do Projeto de Tese e a organização do Documento de Tese agora apresentado.

Durante primeira etapa desenvolveu-se a organização das referências bibliográficas com o objetivo de sustentar o Estado da Arte inicial, aquando da montagem da problemática e das questões da Investigação. Nesta fase foi executada a análise bibliométrica relacionando o profissional *BIM Manager* com as áreas de atuação do arquiteto: Construção, Ensino e Projeto, método já descrito no início deste documento. Como produto desta fase destaca-se a ferramenta *Controle de Bibliografia*, documento em formato Excel utilizado ao longo de todo o processo de desenvolvimento do Documento de Tese. Esta ferramenta foi alimentada

com o decorrer do trabalho, as referências armazenadas e organizadas de forma a ser possível o seu rastreamento digital nos arquivos da autora.

Inicialmente a organização do Controle de Bibliografia se deu através de filtros definidos como: Autor, Ano, Título, Local da publicação, Fonte de busca, País, Data da publicação, Data da leitura, Grupo de palavras-chave, Local de armazenamento interno, Tipo de documento, Resumo (Figura 5). Através desta organização foram extraídas informações durante todo o processo de trabalho como por exemplo: o volume de referências adquiridas durante cada fase de produção, relações entre as referências utilizadas nos capítulos do Documento de Tese, relações entre os temas abordados.

Utilização da ferramenta Controle de Bibliografia para estruturação da Investigação

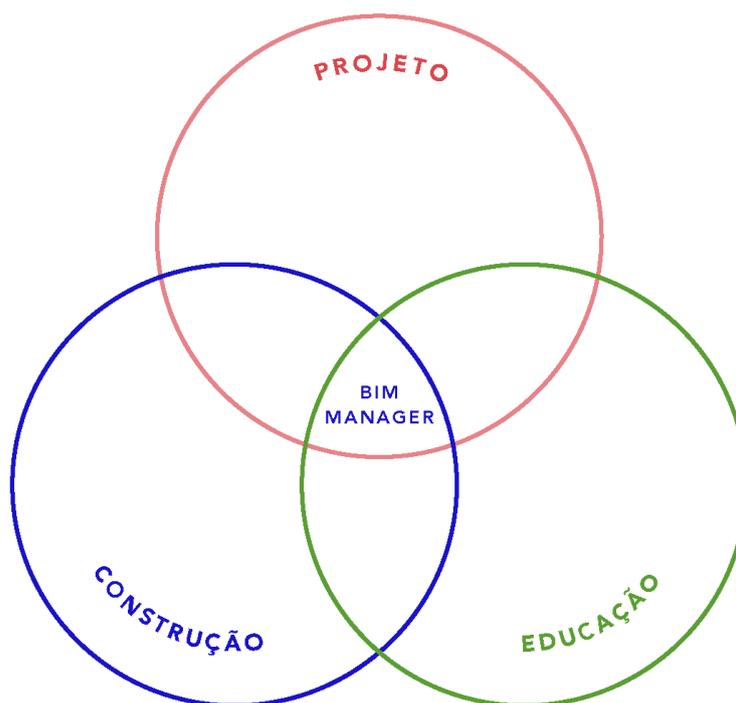


Figura 4-Área de atuação do BIM Manager_ Fonte: Autora, 2018

(A) Proposta de organização

Na fase inicial da Investigação foi elaborado uma análise da bibliografia visando catalogar de maneira organizada todo o material coletado desde o início do trabalho. O controle foi elaborado no Excel da seguinte maneira:

Sequência horizontal em 4 grupos de informações do documento interpretadas como necessárias pela autora:

1. Esfera da publicação: CONSTRUÇÃO, PRÁTICA DE PROJETO e FORMAÇÃO;
2. Dados de identificação do documento: Ano, título, Autor,
3. Dados de rastreamento do documento dentro dos registos da Investigação: Local da publicação, Fonte de busca, Data da leitura, País, Grupo de palavras-chaves que foi utilizado para a busca, palavras-chave do documento, local de armazenamento nos registos da autora, tipo de documento;
4. Dados para o futuro rastreamento de informações: Referências (A, B, C) que se inter-relacionam, Enquadramento nas categorias de assuntos importantes para a investigação, Resumo.

Sequência vertical: os documentos encontrados a partir das buscas por grupos de palavras chaves, documentos da indústria e referências que foram citadas nesses documentos e interpretadas como relevantes pela autora.

ESFERA	AUTOR	ANO	TÍTULO	LOCAL PUBLICAÇÃO	FONTES DE BUSCA	PAÍS	DATA DA LEITURA	GRUPO KeyWord	RW do documento	LOCAL armazenamento	TIPO	Referência A	Referência B
Construção	BuildingSMART Alliance Project	2010	BIM Project Execution Planning Guide Version 2.0		buildingSMART						1	Documento	
Construção	Moitaba Taiebat, Kilong Ku	2010	Industry's Expectations of Construction School Graduates' BIM skills		Google	US	01/05/2018	1	BIM, Pedag		KW-01	Artigo	49
Construção	COBIM	2012	COBIM Common BIM Requirements V20 Series 1 General Part		buildingSMART	Finlândia	10/04/2018				1	Documento	
Construção	COBIM	2012	COBIM Common BIM Requirements V1.0 Series 1 Management of a BIM project		buildingSMART	Finlândia	10/04/2018				1	Documento	
Construção	Paulo Taborda, Nuno Cachadinha	2012	BIM nas obras públicas em Portugal: Condicionantes para uma implementação com sucesso		Repositóri			1			KW-01	Artigo	
Construção	BSI - British Standards	2013	PAS 1192-2:2013 Specification for Information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling		www.bsigro.com/	UK	10/04/2018				1	Documento	
Construção	Kathryn Davies, Dermott McMeel	2013	Mapping roles in an altered landscape: The impact of BIM on designer-constructor relationships		International Conference, Beijing	China	01/05/2018	1	Informaç		KW-01	Artigo	46
Construção	Mei Liu	2013	The application of BIM and IPD in public design and construction		Google Academico			1			KW-01	Phd	

Figura 5- Controle de Bibliografia- Exemplo Geral. Fonte: Autora, 2018

Tabela 3 Controle da Bibliografia-Exemplo Construção. Fonte: autora 2018

ESFERA	Publi	AUTOR	ANO	TÍTULO
Construção	2	BuildingSMART Alliance Project	2010	BIM Project Execution Planning Guide Version 2,0
Construção	3	Mojtaba Taiebat, KiHong Ku	2010	Industry`s Expectations of Construction Shchool Graduates`BIM skills
Construção	6	COBIM	2012	COBIM Common BIM Requirements V20 Series 1 General Part
Construção	7	COBIM	2012	COBIM Common BIM Requirements V1.0 Series 11Management of a BIM project
Construção	8	Paulo Taborda, Nuno Cachadinha	2012	BIM nas obras públicas em Portugal: Condicionantes pra uma implementação com sucesso
Construção	10	BSI- British Standards	2013	PAS 1192-2:2013 Specification for Information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling
Construção	11	Kathryn Davies, Dermott McMeel	2013	Mapping roles in an altered landscape- The impact of BIM on designer-constructor relationships
Construção	12	Mei Liu	2013	The application of BIM and IPD in public design and construction
Construção	16	Wei Wu, Raja R. A. Issa	2014	Key issues in Workforce Planning and Adaption Strategies for BIM implementation in construction Industry

Tabela 4 Controle da Bibliografia-Exemplo Formação. Fonte: Autora, 2018

Esfera	Publi	Autor	Ano	Título
Formação	1	David Nielsen, Melanle Fleming, Anoma Lumarasuriyar	2009	An innovative learning model for teaching architectural technology using building information modelling: A Queensland University of Technology perspective
Formação	4	Maria Bernadete Barison, Eduardo Toledo Santos	2011	BIM teaching: Current International Trends
Formação	13	Namhum Lee, Fonna A. Hollar	2013	Probing BIM Education in construction Engineering and Management Programs Using Industry Perceptions
Formação	14	Amy Ling	2013	BIM for D.Arch: From Novice to Master
Formação	18	Maria Bernadete Barison, Eduardo Toledo Santos	2014	A tool for assisting teachers in planning BIM Courses
Formação	19	Érica de Souza Checcucci	2014	Ensino- aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em engenharia civil e o papel da expressão gráfica neste contexto
Formação	29	Rui Liu, Rogelio Paromera-Arias	2015	Term Project Design for Undergraduate Building Information Modeling Education
Formação	35	Jingjie Huang	2016	How to improve the performance of BIM training toolkits, with a focus on software learning
Formação	36	Amarnath Chegu Badrinath, Yun-Tsui Chang, Shang Hsien Hsieh	2016	A review of tertiary BIM education for advanced engineering communication with visualization
Formação	38	Manish Takami	2016	State of Art of BIM competence

Tabela 5 Controle da Bibliografia-Exemplo Projeto. Fonte: Autora, 2018

Esfera	Publi	Autor	Ano	Título
Projeto	5	Maria Bernadete Barison, Eduardo Toledo Santos	2011	The Competencies of BIM Specialists: A Comparative Analysis of the Literature Reviews and Job Descriptions
Projeto	9	James Harty	2012	The impact of digitalisation on the management role of architectural technology
Projeto	15	Bilial Succar, Willy Sher, Anthony Williams	2013	An integrated approach to BIM competency assessment acquisition and application
Projeto	20	Julide Bozoglu, David Arditi	2014	Advancing BIM in the Construction Management and Engineering Curriculum
Projeto	21	Thant Zin Oo	2014	Critical success factors for application of BIM for Singapore architectural firms
Projeto	25	Dominik Holzer	2015	Best Practice BIM The BIM Manager`s Handbook
Projeto	30	Olga Sandbert	2015	Impact of BIM on the productivity in design process A case study within an architectural company
Projeto	31	Malachy Mathews	2015	Defining job titles and career paths in BIM
Projeto	32	Kathryn Davies, Dermorr McMeel, Suzanne Wilkinson	2015	Soft skills requirements in a BIM project team
Projeto	33	Lee Seok Chae, Julian Kang	2015	Understanding of essential BIM skills through BIM Guidelines

Objetivos

A seleção inicial de documentos para a Investigação pretendeu conhecer o espaço amostral de referências relevantes para o tema e classificá-las de acordo com a meta da Investigação que é identificar as mudanças e impactos no trabalho nas 3 esferas mais relevantes de atuação: Construção, Prática de projeto e Formação.

A partir da leitura prévia de todos os resumos foi feita a pré-seleção dos documentos e a classificação destes em alguma dessas 3 esferas citadas.

Métodos

Foram definidos 2 grupos de palavras chaves a fim de selecionar e filtrar os documentos existentes mais relevantes sobre o *BIM Manager* nas 3 esferas de atuação.

Os primeiros registos foram feitos a partir do grupo 1 de palavras chave: BIM, *BIM Manager*, *BIM skills*, *BIM competence* posteriormente, do Grupo 2: *BIM Manager* e BIM Portugal. Foram acrescentados ainda os documentos da indústria como guias publicados, manuais de implementação mais relevantes e documentos que foram citados nas referências acima.

Análise bibliométrica

A proporção encontrada de documentos classificados nas 3 esferas foi relevante para dar continuidade à Investigação nesta linha de raciocínio, fornecendo um panorama geral do Estado da Arte deste assunto favorável à estratégia inicial que foi demonstrar que o assunto é relevante em todas as esferas de atuação do arquiteto, que há uma tendência crescente, nos últimos 10 anos, para a comunidade acadêmica se debruçar a entender e disseminar essa metodologia de trabalho.

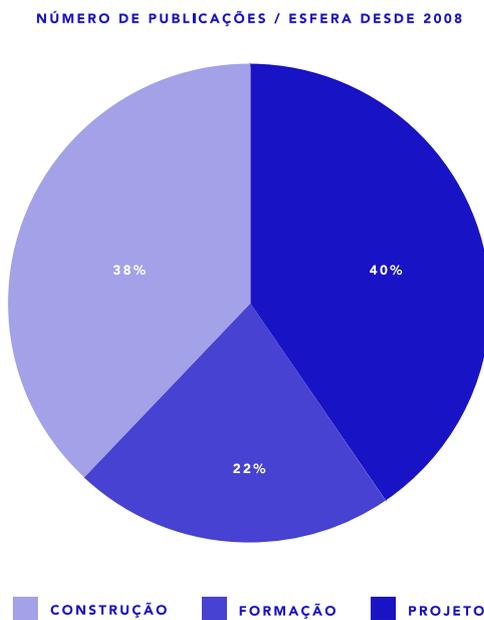


Figura 6-Proporção de documentos. Fonte: Autora, 2018

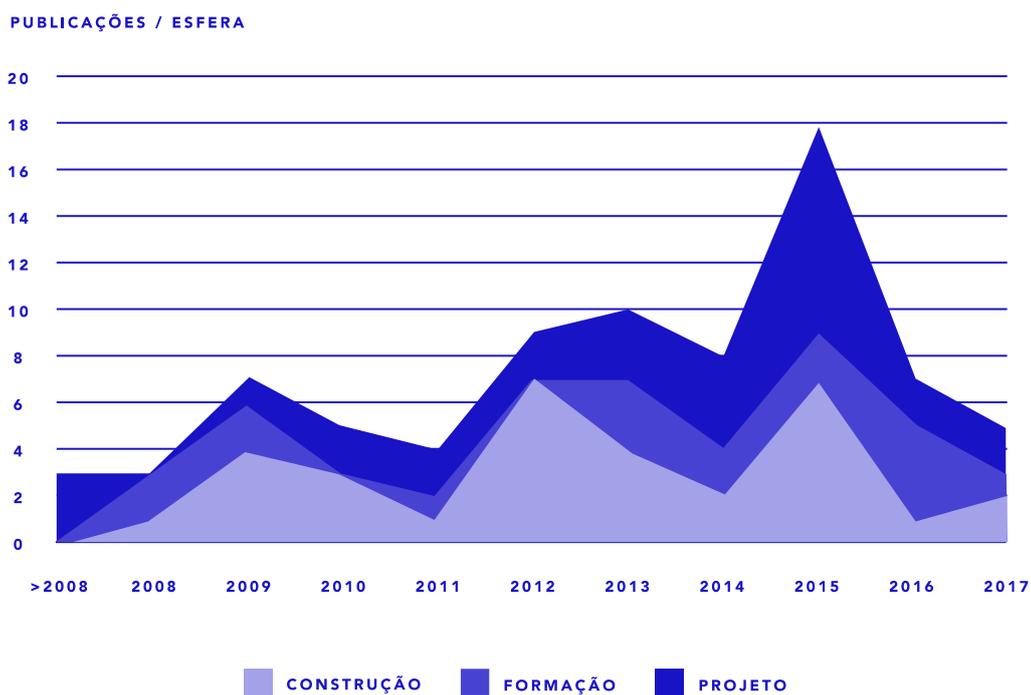


Figura 7-Publicações em cada área de atuação. Fonte: Autora, 2018

(B) Complementação do Estado da Arte

Após a execução da proposta inicial de estruturar uma análise bibliográfica em torno do tema *BIM Manager*, iniciou-se a abordagem mais específica sobre as atividades de

coordenação de projetos dentro da metodologia BIM. Para tal foco, foram acrescentadas á Análise Bibliométrica outras classificações: *Processos* e *Coordenação de Projetos*.

Objetivos

A partir da leitura e conhecimento do Estado da Arte completo dentro da delimitação de tempo, espaço e assuntos selecionados, pretendeu-se criar um modelo semiestruturado que serviria de instrumento para os levantamentos, escolha de caso de estudo, análise dos dados para a futura avaliação dos resultados.

Análise de conteúdo

A análise nesta fase foi qualitativa, de acordo com os assuntos encontrados e sua importância para a Investigação.

Organização das referências

Após 4 semestres de trabalho na produção do Documento de Tese, o volume de referências bibliográficas era já relevante e numeroso. Por essa razão houve a necessidade de visitar os textos já escritos. Nesta etapa, a estrutura do Documento de Tese foi relacionada com as referências neste contidas, isto é, os autores e obras relacionados com cada capítulo ou subcapítulo.

Para esse trabalho foi utilizada a ferramenta *XMind*, que recria a organização de textos em formato de mapas gráficos, ou mind maps. O índice foi recriado dentro da ferramenta, assim como os capítulos e subcapítulos (*Figura 8*). Partindo dessa organização gráfica e visualmente mais simplificada, as referências que haviam sido utilizadas no documento foram expostas e relacionadas aos seus assuntos principais (*Figura 9*).

O resultado deste exercício foi a identificação das principais referências citadas no desenvolvimento dos textos produzidos e através do realce destas na ferramenta Controle de Bibliografia, que contém todos os autores já estudados, foi possível perceber o volume de autores e obras igualmente importantes registradas, mas que não haviam sido consideradas nos capítulos. Para ilustrar a dimensão da percepção, na altura haviam sido listadas 133 referências no Controle de bibliografia e apenas 32 estavam sendo utilizadas nos textos produzidos.

Para além, esse método resultou na reavaliação da relevância da inclusão de cada obra ou autor nos capítulos e subcapítulos onde haviam sido citados.

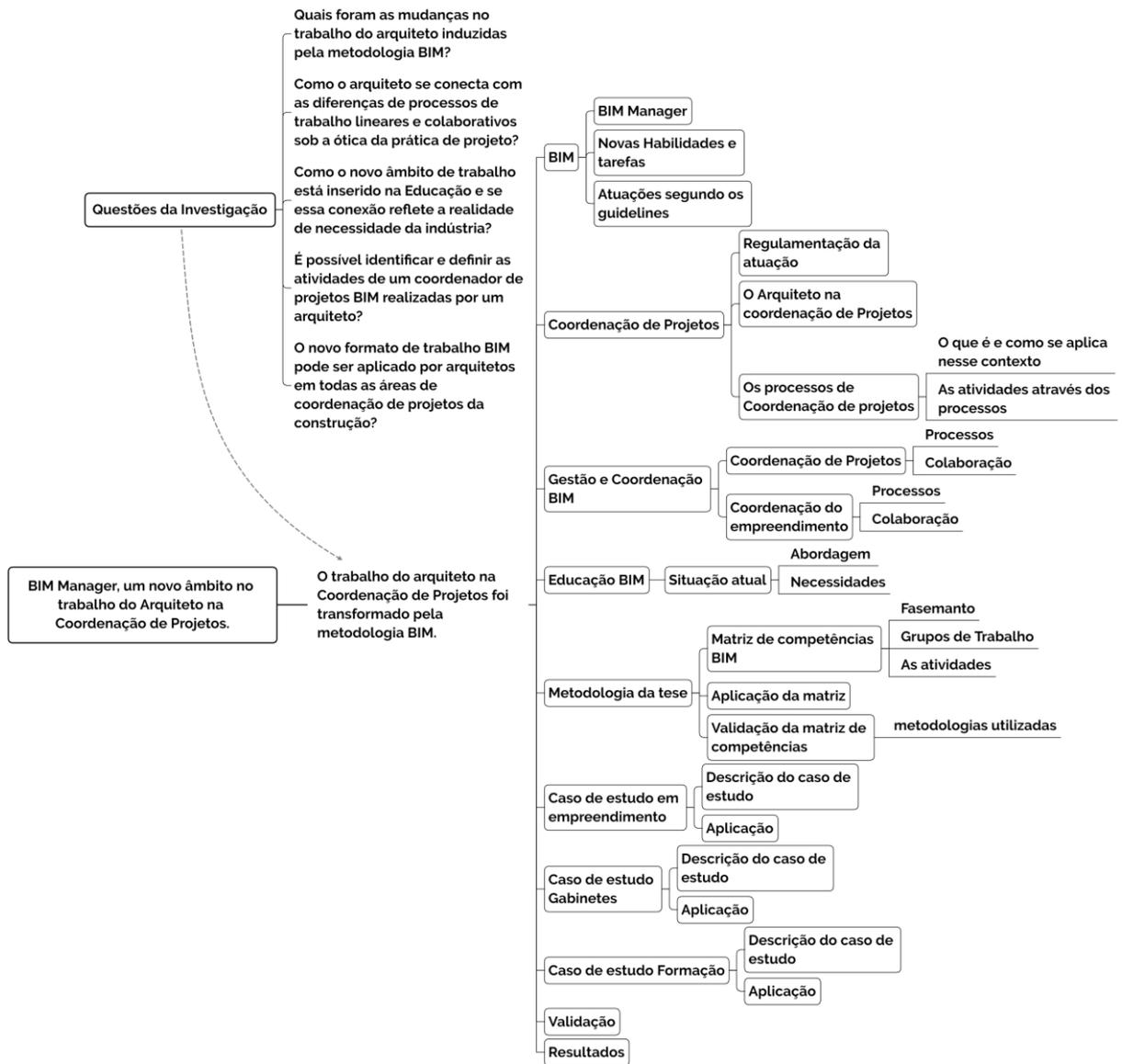


Figura 8-Ferramenta Xmind sendo usada para organização do índice.³

³ As imagens deste documento estão disponíveis também em arquivo digital.

Quadro de referências

Após a avaliação de relevância das obras, foi executado um trabalho de reestruturação das referências. Esse trabalho partiu da inclusão de colunas na ferramenta de Controle de Bibliografia, possibilitando o acrescentar de informações, tais como: Assunto, Contribuição (do autor para o documento de tese inicial), contribuição(atualizada), Categoria (assunto principal relacionado à tese), variáveis do autor, Método do autor.

Esse desenvolvimento da ferramenta de Controle da Bibliografia criou um filtro para as obras já consideradas no documento de tese e em consequência, o volume e relevância da inclusão e localização das obras nos textos foram novamente avaliados. Tal seleção de referências foi denominada pela autora como: *Quadro das Contribuições* (Tabela 6). A criação deste quadro possibilitou uma maior clareza sobre as variáveis e métodos criados por cada autor e que, portanto, podem ser utilizados como argumentos de validação das informações contidas no Documento de Tese em seus singulares pontos de citação.

Este método expôs uma seleção de obras específicas já utilizadas nos capítulos, viabilizando a reflexão sobre a real contribuição que cada uma deveria acrescentar, ou, se posicionada em outro local do documento, seria mais bem aproveitada no desenvolvimento dos capítulos.

Tabela 6 Resumo e exemplo do quadro das Contribuições

Título	Assunto	Contribuição	Contribuição reorganizada	Categoria na tese	Variáveis do método do autor	Método do autor
BIM Project Execution Planning Guide Version 2.0	Guia de PEB	Uso do termo BIM Manager, necessidade do profissional	Usos			Guia
BIM teaching: Current International Trends	Educação	x	Educação Competências	Educação	Estratégias de ensino: introdução, intermediário, avançado	Revisão bibliográfica
The Competencies of BIM Specialists: A Comparative Analysis of the Literature Reviews and Job Descriptions	Competências BIM	Sobre mudança de foco do profissional	BIM manager	BIM Manager	Aptidão, Educação, experiência e habilidades, Conhecimento, Atitudes	Content analysis- Recolha de dados de requisitos de competências para cargos e literatura especializada
PAS 1192-2:2013 Specification for Information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling	Norma	Sobre o termo BIMManager	Colaboração, atividades			Norma
An integrated approach to BIM competency assessment acquisition and application	Definições Competências BIM	BIM manager	BIM Manager/ usar para educação como objetivos de competências	BIM Manager	Competências	definição de competências e cruzamento de dados
Advancing BIM in the Construction Management and Engineering Curriculum	Pesquisa sobre qualidade e ensino BIM no instituto específico- estratégias institucionais usadas para	Habilidades novas e de como a ind tem suprido com cursos internos e workshops	Ensino			Estudo de caso de 2 disciplinas e aplicação de inquéritos

	ensinar processos integrados-					
BIM Guidelines for vertical and horizontal Construction	Guia	X	Colaboração Grupos de Trabalho Coordenação de projetos BIM Atividades		BEP	Estudo de caso
Best Practice BIM The BIM Manager's Handbook	Guia sobre BIM Manager	BIM manager e necessidade	bim manager			Guia de boas práticas- indicadores de projeto
Contractors transformation strategies for adopting building information modeling	Implementação em empresas para mostrar as transformações estratégicas, quais são os desafios	Benefícios	Grupo de trabalho Faseamento/ usos BIM/ Educação(fala das dificuldades)/	Grupos de trabalho e Processos BIM	Categorias onde implementar BIM - resultados em cada empresa	Caso de estudo em 4 empresas com inquéritos
Understanding of essential BIM skills through BIM Guidelines	revisão dos Guides para investigar como contratar empresa de construção BIM	Uso de guidelines	Bim guidelines Grupos de Trabalho(requisitos BIM)	Atividades Grupos de trabalho	Categorias de requisitos para contratação BIM	Análise de conteúdo: quais requisitos eram mais citados nos guides para chegar numa lista de contratação
Comparing Building Information Modeling Skills of Project Managers and BIM Managers based on Social Media Analysis			bim manager conflitos		tabela de descrições de cargos	empregos nas redes sociais e descrições de competências- cruzamento de dados
Handbook for the Introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector	Guia- estudos de caso para implementação em proj público	x	Conceitos Grupos de trabalho Atividades	Grupo de trabalho	Estudo de caso para implementação- recomendações implementacao europeia	
An overview of BIM specialist	BIM especialista	Necessário coordenação de BIM Manager	BIM Manager	BIM Manager	Perfis especialista BIM	Revisão bibliográfica sobre todos os perfis de profissionais BIM
An Outline of the Building Description System		Histórico- novo sistema de descrição do edificio	Histórico- novo sistema de descrição do edificio			base de dados computacional
COBIM Common BIM Requirements V1.0 Series 1 General Part	Boas práticas de organização de projeto	Onde BIM Manager aparecia	Guides Processos de projeto BIM Manager	Processos		Guia
Singapore BIM Guide	Guia de boas práticas	x	Processos de projeto Atividades BIM Manager	Coordenação	BEP	Estudo de caso
BIM and Construction Management-2nd edition			BIM manager	implementacao europeia		livro casod e estudos da industria
Integration of BIM and Business strategy	Mestrado sobre BIM nas fases de construção: planeamento, construção, operação	x	x			Revisão bibliográfica para mestrado
BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.	Definições, ferramentas BIM, guias de boas práticas	GUIDE	Conceitos Processos coordenação sem BIM Faseamento	Processos		Casos de estudo em empresas de construção
The Business Value of BIM- Guetting the BIM to the Botton Line	Relatório de retorno de investimento, impacto em produtividade	Retorno e produtividade	Conceitos Valores BIM	Casos de estudo	Valor de retorno de investimento	Casos de estudo em empresas de construção
PMBOK Guide- A guide to Project management body ok knowledge	Guia de gestão de projetos	Coordenação	Coordenação de Projetos Grupos de trabalho Caso de estudo empresa	Coordenação	Grupos de conhecimento	Guia
Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM	gestão de projetos Bim- criou indicadores. Processo de projeto	Risco sde não gerir projetos	Coordenação de projetos Colaboração Processo de projeto Atividades	Processo de projeto	Criou 2 indicadores para medir desenvolv de projeto: nivel desenvolvimento (Lod) outro de Nivel de interferencia- clashes	Processo de projeto- estudo de caso workshop para ferramenta

A flexibilidade da ferramenta de Controle de Bibliografia, admitindo que seriam acrescentadas obras conforme o trabalho era expandido, proporcionou a alimentação contínua do Quadro de Contribuições com descrições e registros das variáveis de cada autor. Esse método de trabalho foi constante durante todo o processo de desenvolvimento do Documento de Tese, viabilizando uma argumentação mais precisa e de maior qualidade no progresso dos capítulos.

A conceção do Quadro de Contribuições permitiu a ponderação sobre a estrutura da tese e em sequência um trabalho de reorganização das referências foi iniciado.

Reorganização do Mapa Gráfico

O mapa gráfico torna-se nesta fase uma importante ferramenta para a visualização da estrutura da tese e considerando as informações destacadas no *Quadro de Contribuições*, foi reestruturado. Nesta fase os capítulos, subcapítulos e as suas referências bibliográficas sofreram um reposicionamento de acordo com sua relevância apontada no Quadro de Contribuições.

Com o objetivo de visualizar com maior clareza gráfica, as referências foram classificadas por cores, tais quais representam as categorias criadas: Documentos (artigos ou livros), Guias da Indústria, Documentos legais (leis e publicações governamentais).

Neste método de redistribuição assumiu-se que uma referência poderá ser utilizada em mais de um local do documento, porém, a sua contribuição principal identificada pelo Quadro de Contribuições é essencial estar presente no local mais apropriado para validar e valorizar a argumentação no texto.

Como resultado deste trabalho destaca-se a reformulação estrutural de todo o Documento de Tese (*Figura 10*) e, assim, a criação de uma metodologia de argumentação através das referências mais importantes para cada capítulo e subcapítulo.

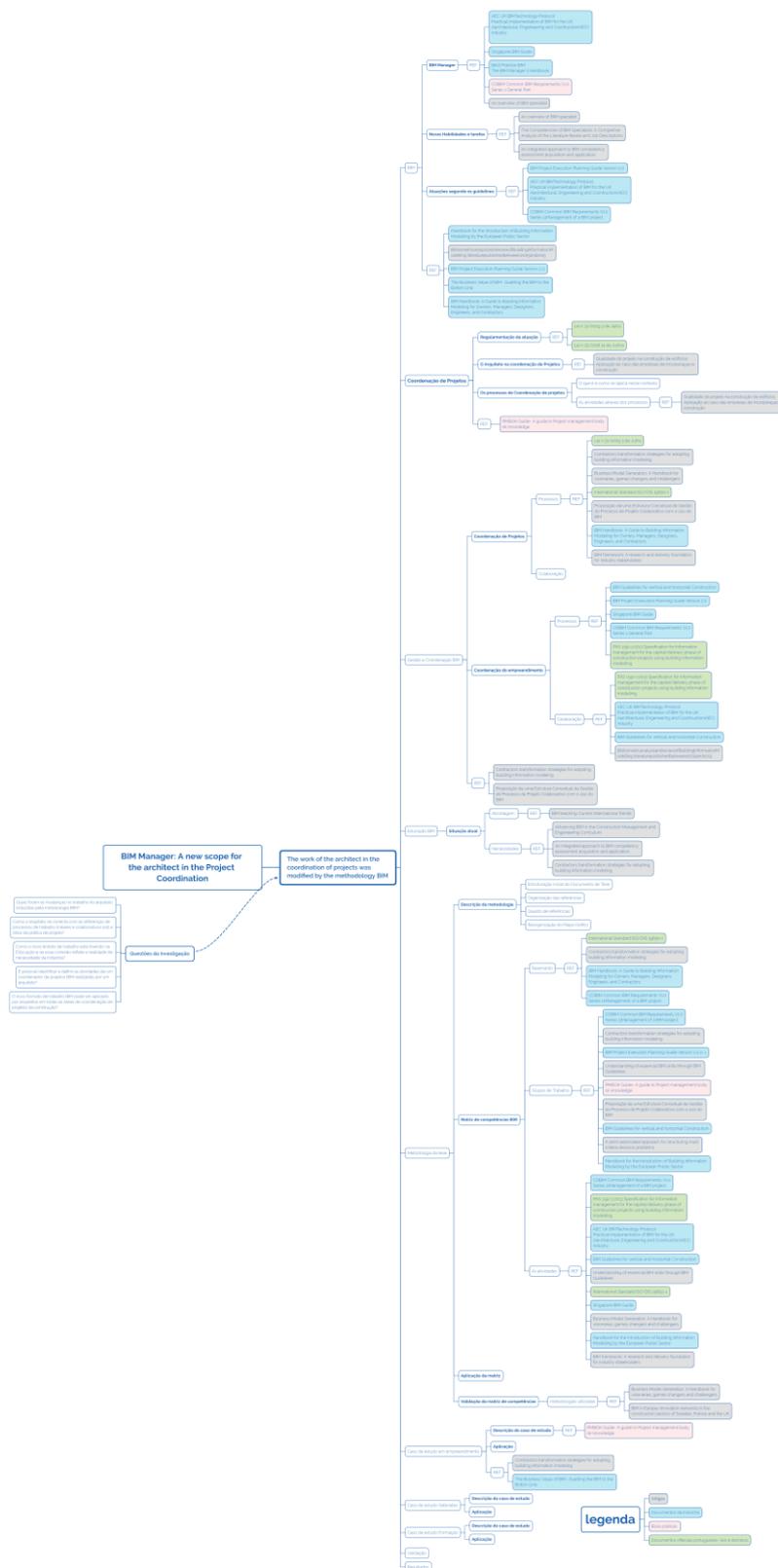


Figura 10 Reestruturação do Mapa Gráfico⁵

⁵ As imagens deste documento estão disponíveis também em arquivo digital.

Estratégia de métodos que compõem a metodologia da Investigação

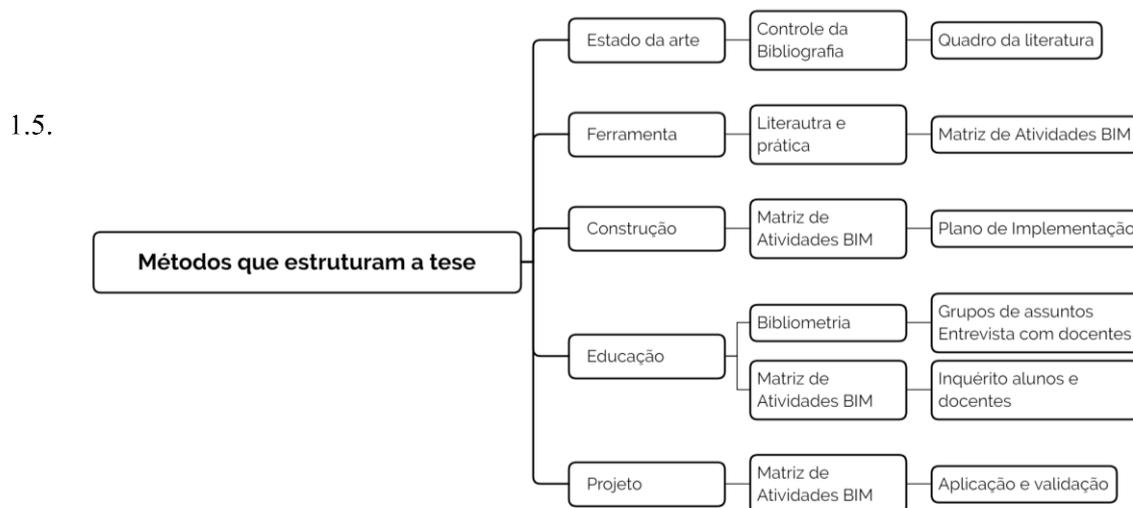


Figura 11-Métodos que estruturam a Tese.

Nesta fase da investigação, desenvolveu-se uma matriz metodológica que permitiu estruturar e fasear os processos de validação da hipótese.

A estrutura inicia pelo desenvolvimento e implementação da **Ferramenta de Atividades BIM**, estruturada e aprimorada durante todo o processo da Investigação. Essa ferramenta, está suportada na base de uma planilha em Excel, dividida horizontalmente de acordo com as fases de um empreendimento e verticalmente por grupos de atividades que englobam o trabalho implícito na metodologia BIM. Os conteúdos desta ferramenta foram validados através das referências utilizadas, que por sua vez foram validadas através do método da reorganização da literatura especializada, descrito anteriormente.

O **método da Construtora** aborda a aplicação da **Ferramenta de Atividades BIM**, já validada anteriormente, e tem como produto o **Plano de Implementação BIM**. Este plano faz parte da implementação no âmbito do Caso de Estudo eleito para a validação da hipótese na área da Construção civil.

O **método da Educação** foi estruturado de modo a englobar a área do ensino de arquitetura e de projetos na área. Foi proposto a utilização da referida **Ferramenta de Atividades BIM** para o desenvolvimento de um Inquérito a ser apresentado aos alunos finalistas do curso de Mestrado Integrado em Arquitetura da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa.

Complementarmente, fez parte da investigação, a realização de uma análise bibliométrica estruturada, utilizada para a fundamentação da argumentação acerca do tema *BIM Educação* num contexto mundial.

Resumo do desenvolvimento da Investigação

1

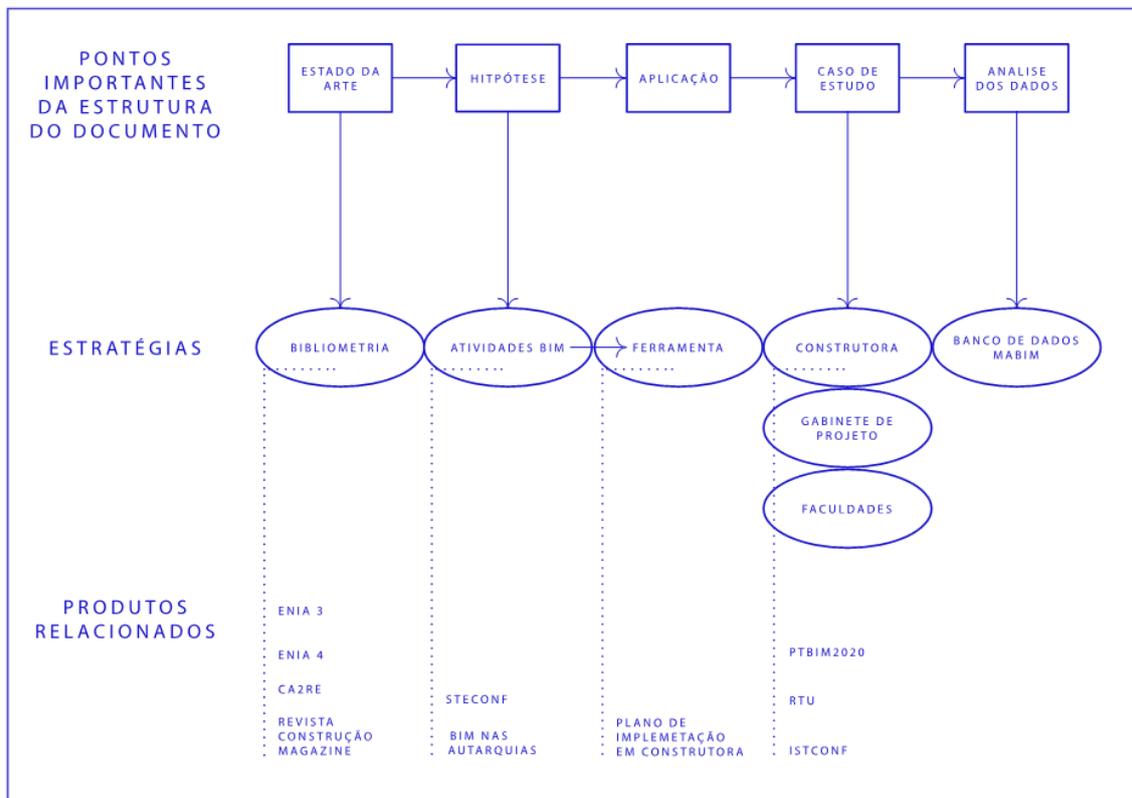


Figura 12-Estratégia de desenvolvimento- completo

Desenho da Investigação

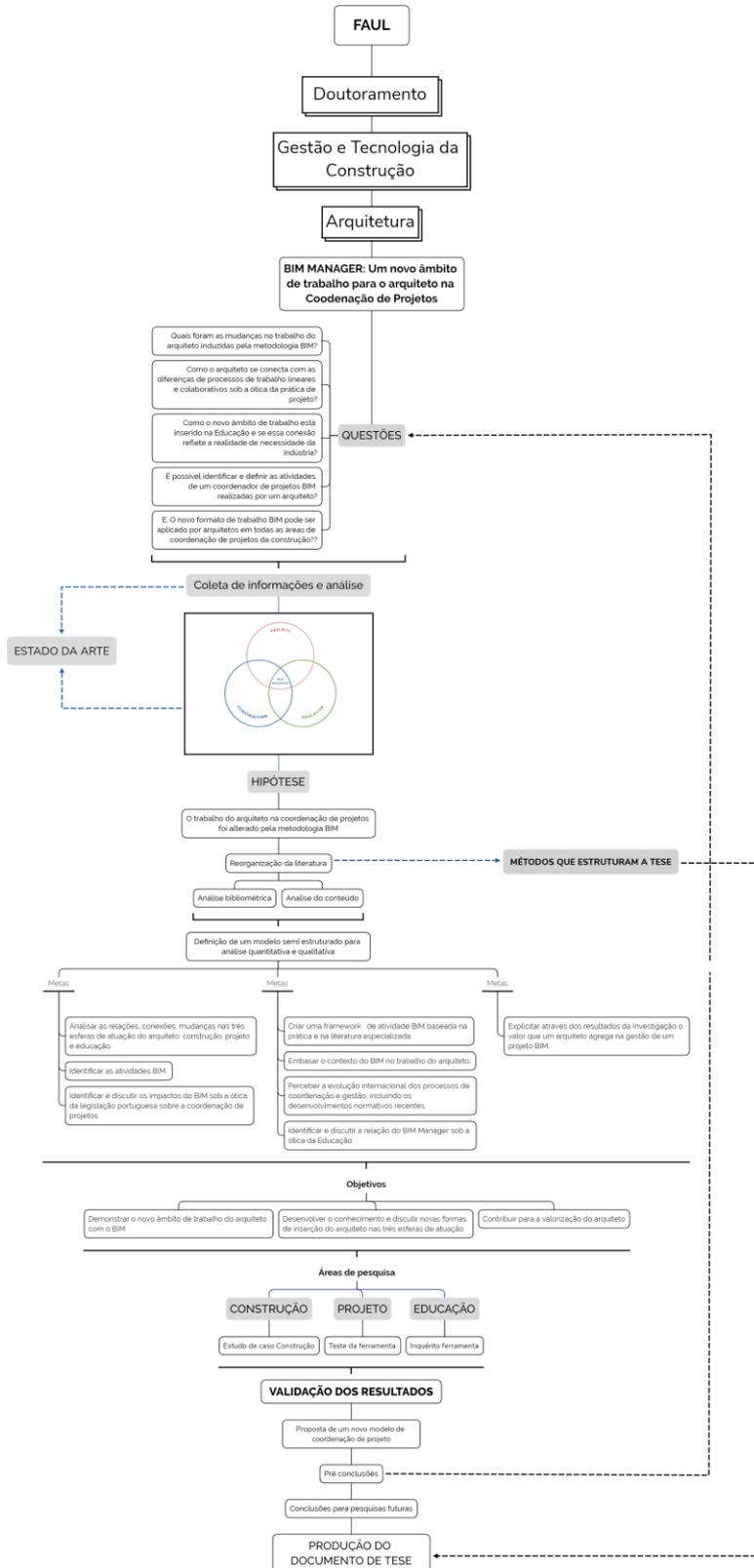


Figura 13-Desenho da Investigação

CAPÍTULO 2. Estado da Arte

Neste capítulo aborda-se a relação de transformação do trabalho do arquiteto ao longo da história, usando como base, referências de autores especialistas no assunto. Abrange o panorama histórico da profissão, o seu desenvolvimento no âmbito do entendimento do profissional na construção civil condicionado às mudanças e desenvolvimento das cidades. O surgimento do arquiteto como profissão técnica é mostrado pela ótica também da evolução da educação do profissional, desde a sua relação como artesão, ao século XIX, quando as Universidades passaram a ter cursos especializados e cada vez mais elaborados.

Isso culmina no entendimento do arquiteto como profissional que domina técnicas específicas de projeto e da construção. As mudanças organizacionais são expostas a partir da década de 60, quando se observa a priorização de assuntos de gestão do empreendimento, em detrimento do projeto. Nesse contexto estão as organizações de novas equipas multidisciplinares, na especialização de profissionais para atender às diversas necessidades das obras. Assim como todos os outros profissionais atores da construção, o papel do arquiteto também passa por adaptações.

O papel do arquiteto é exposto também sob a ótica atual, quando organizações tendem a particularizar cada vez mais os produtos, retirando o nome específico do profissional arquiteto e demonstrando desta maneira, a necessidade de uma expansão que torne esse ator mais flexível. Porém, isso exige que as responsabilidades do arquiteto sejam repensadas, já que se trata de uma profissão regulamentada e isso afeta o mercado da construção. Nesse mesmo panorama, expõe-se a perda de responsabilidades de trabalho do arquiteto para novos profissionais como os Project Manager⁶, situação relacionada com o novo tipo de contratação, nível de envolvimento cobrado dos profissionais e o desconhecimento de assuntos de gestão normalmente relacionados à engenharia.

Neste capítulo é introduzida a metodologia BIM a partir de um panorama na Indústria AEC, dissertando sobre o surgimento da metodologia na década de 70, os novos processos, tipos de contrato da construção. Tão importante quanto os processos e elementos de

⁶ Project Manager, termo comumente utilizado na língua inglesa e representa os Gerentes de Projeto. São agentes de mudança, definem as metas do projeto e usam suas habilidades e conhecimentos para inspirar um senso de propósito compartilhado na equipe do projeto (PMI, 2013).

implementação na indústria da construção, os usos BIM para a indústria também são contemplados e, a partir disso, as barreiras e condicionantes práticas de implementação são discutidas.

A partir de uma contextualização sobre implementação BIM na Europa, são discutidos fatores e novos raciocínios relacionados à utilização da metodologia. Dados expõem que a utilização BIM é uma realidade, e que a mão de obra especializada é um dos fatores decisivos para uma implementação sustentável. Em sequência é analisado o novo profissional BIM Manager, as várias definições e subcategorias existentes, o que argumenta a favor da necessidade de aprofundamento das definições das suas responsabilidades.

A partir da discussão do novo profissional BIM Manager descrito na literatura específica, é feito um aprofundamento sobre as relações de trabalho, habilidades requeridas e demandadas pela metodologia BIM. A relação desse profissional é exposta também sob a ótica dos documentos da indústria, isto é, dos principais standards. Esses têm o objetivo de disseminar a informação e tentar balizar a indústria AEC a respeito da contratação desse profissional. A partir da discussão sobre o BIM Manager, um panorama de conflito entre a forma de trabalho tradicional e nova é colocado em evidência.

Também como embasamento teórico, a coordenação de projetos em seus aspectos legais, práticos e teóricos é colocada em perspectiva. Nesse contexto, é exposto um panorama geral das condicionantes legais portuguesas sobre a atuação de um coordenador de projetos. O contexto geral é embasado nas principais leis e decretos existentes, as quais descrevem os deveres dos profissionais na construção civil portuguesa. Nesse panorama se observa a adaptação do profissional arquiteto em diversas áreas da construção, compartilhando responsabilidades com outros profissionais.

Seguindo o raciocínio do embasamento teórico que engloba a coordenação de projetos, foi evidenciada a teoria de gestão de projeto, na qual se define que a transformação do entendimento das necessidades do cliente no projeto e o trabalho através do desenho de um fluxo definido, culminam na geração de valor para o cliente.

É a partir desse raciocínio que se apresenta a fundamentação sobre gestão da informação BIM, discutindo as características principais que a metodologia comporta, como por exemplo: processos, colaboração, tipos de contrato. Para cada um dos elementos, definições e melhores práticas são colocadas, e para os contratos, expõe-se as singularidades dos principais tipos em relação à sua adaptação à metodologia BIM.

Após feito o embasamento teórico relacionado à profissão, coordenação de projetos, a metodologia, esse capítulo direciona a análise de como todo esse panorama está inserido na educação dos profissionais. Esse ponto da Investigação é embasado através de uma análise bibliométrica, que recolheu informações estruturadas e a partir delas foi desenhado um panorama do BIM Educação atual. As informações revelam relações entre Universidades, autores e uma análise qualitativa descreve os principais pontos dos documentos mais relevantes no assunto. Essa análise resultou em um conjunto vasto de informações as quais foram interpretadas e organizadas de acordo com o interesse da Investigação.

Notas acerca da evolução do âmbito da profissão do profissional

2.1. arquiteto

A produção arquitetônica sendo executada por profissionais habilitados tem sido fator de discussão ao longo dos tempos. Para o desenvolvimento desta investigação, tornou-se necessário realizar uma contextualização das principais transformações operadas no âmbito histórico do trabalho do arquiteto. Para tal, utilizou-se como suporte à investigação alguns estudos, reconhecidos como significativos pela comunidade científica, que abordam de maneira abrangente o tema do papel do arquiteto no âmbito da produção da arquitetura. Dentre eles, destaca-se o trabalho de Rob Imrie e Emma Street (Imrie & Street, 2011), que nos retrata a complexidade do trabalho do profissional de arquitetura nos processos de desenvolvimento dos projetos desde o século XV ao XXI, à luz da crescente influência na profissão da ação condicionante da regulamentação.

Nesse estudo, os autores abordam a evolução da disjunção entre criação arquitetônica, concepção estética e ambiental e a obra como produto construído final. É recuperada a data das obras no século XV, período identificado como início da rutura e surgimento do arquiteto artista, da separação do pensamento e prática, da arquitetura e obra. A obra discute as influências da regulamentação sobre os processos de projeto e, com consequência, na conformação arquitetônica das cidades e edifícios. No contexto do desenvolvimento histórico das cidades, quando, a partir do século XV, arquiteto passou a ter maiores obrigações legais e regulamentares resultante da evolução dos relacionamentos contratuais baseados em determinações de diferentes atores no processo do projeto.

Consequentemente, é natural o acréscimo de responsabilidades através de regras do Estado, refletidas no projeto como necessidade de inclusão do escopo de planejamento de construção, controle e gestão do projeto para uma construção mais eficiente e mais econômica.

O desenvolvimento da educação é abordado pela ótica histórica, demonstra uma tentativa de desempenhar uma pedagogia que eleve a posição do profissional à distinção em relação as suas habilidades e capacidades intelectuais. Além disso, de recordar as proposições vitruvianas (Rowland et al., 2014) de reconhecer a maior autonomia sobre a obra, àquele que adquirir competências teóricas e práticas das técnicas de composição de um edifício, tendo habilidade de demonstrar e elucidar sua criação de forma técnica.

O século XIX é identificado como o período de distinção entre arquiteto e artista, ou construtor e artesão, através do emprego de técnicas específicas, do domínio do ensino de projeto, de uma profissionalização e normalização dos valores compartilhados por esses profissionais. O trabalho passou a ser formalizado por contrato, em distinção do antigo trabalho fluido, sem medidas e valores. A participação das instituições de ensino foi relevante para a profissionalização com desenvolvimento da produção de edifícios, esses ainda como objetos de arte dissociados do contexto sócio cultural, e onde os alunos expressam seus projetos em concursos avaliados por júris especializados. Ainda, a arquitetura era posta num campo distinto, gerando um campo de tensão e contradição já que precisa das atividades de construção para ser executada. A superação desse campo de tensão é reconhecida com manifestações em intervalos periódicos na história da arquitetura e, como ilustração, o surgimento de escolas tal qual a Bauhaus, a qual representa um grande exemplo de escola que uniu arte e profissão como base da produção arquitetônica.

O estudo de Imrie (Imrie & Street, 2011) identifica ainda a dependência prática da arquitetura nas atividades heterogêneas da construção civil sendo reconhecidas na década de 1960, quando mudanças estruturas nas relações organizacionais e operacionais de design e construção foram observadas na prática da construção. Inclui-se nesse contexto, o surgimento de novas formas de regulamentação e mudanças de papéis e responsabilidades dos profissionais da construção e assim, alteração dos modos de trabalho. Nesse período, o tempo e custo são apontados como primordiais no contexto da construção em detrimento da importância do projeto e do desenvolvimento dos processos, levando uma maior interação com as questões de gestão e controle de orçamentos e cronogramas. A partir deste panorama da inevitabilidade da sobreposição das diversas áreas que compõem a construção

arquitetônica, pontos de vista sobre a insuficiência e a necessidade de diversificação na educação do profissional de arquitetura são observadas e apuradas.

Um dos resultados sugeridos pelo estudo é a relação entre alteração do trabalho da construção a partir das normas governamentais, novas legislações das cidades e padrões, relacionados ao projeto e trabalhos de construção. Em consequência, o aumento de requisitos de projeto como gestão de riscos, as regulamentações específicas das diversas disciplinas, resultaram no surgimento de relações organizacionais híbridas, isto é, com novos atores de diferentes áreas. Para suprir as novas demandas, uma complexa cadeia de equipes de especialistas passou a operar no mesmo projeto: *project managers*, consultores, especialistas, divididos conforme necessidade de especialização da construção. Diante dessa conformação das organizações, a demarcação de papéis e especialidades vão sendo transformadas e perdem espaço à medida que surgem novos trabalhos que precisam de novas identidades. Para o arquiteto, portanto, a ideia de profissional especializado exige mudanças e adaptação.

2.2. **As novas relações de trabalho do arquiteto e a desvalorização da profissão**

Nesse enquadramento de mudanças no âmbito da profissão, a questão sobre o horizonte de atuação do arquiteto na construção é explanada por Claire (Claire Jamieson, Dickon Robinson, John Worthington, 2011), em um relevante e abrangente estudo considerando pontos de vista de clientes, construtores, projetistas, engenheiros e estudantes. Alguns pontos desse estudo são significativos para a compreensão do panorama atual, como a concordância da necessidade de expansão do termo “arquiteto” por ser considerado inflexível pelos profissionais.

Há uma tendência entre as empresas e profissionais em usar termos distintos para demonstrar diversificação especificação de produtos a serem vendidos, como “*light designer*”, “*interior designer*”, ou “*creative consultant*”, “*design thinking*”, evidenciando a tendência para a constituição de equipes multidisciplinares. Essa situação surge ilustrada igualmente a nível organizacional, através da denominação de empresas como “*spatial agencies*” ou “*design houses*” com o objetivo de abranger atividades que não se enquadram no trabalho tradicional e regulamentado do arquiteto, mas que afetam o mercado da construção.

Entendido pela ótica dos clientes e consultores, o papel que o arquiteto contemporâneo deve assumir deveria ser caracterizado pelo aprendizado de habilidades de gestão desde o início do seu processo educacional (Claire Jamieson, Dickon Robinson, John Worthington, 2011), considerando que existe uma lacuna de liderança interdisciplinar no seio do mercado da construção, em virtude do não entendimento do arquiteto como parte da indústria da construção.

Uma outra faceta das transformações em curso, diz respeito é a posição do cliente enquanto agente transformador. Imrie (Imrie & Street, 2011) evidencia a existência de uma tendência negativa por parte dos contratantes acerca do entendimento de separação do projeto da construção, considerando esse método de trabalho como sendo ineficiente. Este facto vêm sendo suprido com a incorporação nas organizações de profissionais para as funções de *project manager*, para garantir a viabilidade da construção, papel visto anteriormente como sendo do arquiteto. Além disso, arquitetos perdem espaço de manobra enquanto gestores das equipes de projeto com o envolvimento de empresas especializadas, que oferecem serviços de projeto ao cliente usando habilidades de gestão para controlar o processo.

A responsabilização pelos riscos na construção está relacionada com a perda progressiva de autonomia do arquiteto (Claire Jamieson, Dickon Robinson, John Worthington, 2011) quando os construtores, tendo a tecnologia como aliada na resolução de problemas complexos, têm o controle das informações e portanto, se encarregam da resolução das ameaças ao projeto durante a construção, blindando os interesses do cliente. O arquiteto, nesse contexto, torna-se um entregador de documentação técnica.

Todo o panorama exposto é hoje oficializado sob a forma de contrato da construção, onde o *Design Building*⁷ tem ganhado espaço no mercado. Este modelo de contratação organiza a hierarquia de decisões a partir do construtor, que assume o controle dos processos de projeto. Essa relação contribui para a diminuição da autonomia profissional e da autoridade do arquiteto dentro do escopo da construção. Exemplos da contratação de consultorias especializadas em gestão e em projetos, são mais frequentes em projetos de grande dimensão, contratados em volumosos pacotes de serviços como, por exemplo os

⁷ Terno criado na década de 80, que se refere a um tipo de contrato utilizado na Indústria da construção e que representa a união de responsabilidades pela execução dos projetos e execução da construção em um mesmo contrato. (Beard et al., 2001)

projetos britânicos para as Olimpíadas ou o Crossrail (Claire Jamieson, Dickon Robinson, John Worthington, 2011).

As cânonas e culturas da profissão de arquiteto, tais como a introspecção, a valorização da vocação em detrimento dos requisitos econômicos do cliente são apontadas como barreiras para as mudanças da participação do arquiteto nos processos da construção (Claire Jamieson, Dickon Robinson, John Worthington, 2011), e isso intensifica a substituição deste profissional por outros. A falta de iniciativa para adequar e desenvolver diferentes competências para responder às novas exigências da indústria, também são aspectos considerados relevantes para essa diminuição de escopo de atuação, que fica dependente de novas linguagens, tecnologias e práticas assentes na medição e performance (Imrie & Street, 2011).

A competência do arquiteto para demonstrar competências de trabalho em distintas áreas como: cenografia, interiorismo, urbanismo, design de marca e produto, construção etc... é comumente reconhecida, assim como a necessidade de trabalhar o seu posicionamento em uma definição mais ampla, para que se adeque e responda melhor às mudanças em curso na prática (Claire Jamieson, Dickon Robinson, John Worthington, 2011).

As mudanças são redefinições de papéis em consequência do surgimento de novos facilitadores e isso reflete-se no cenário organizacional, tanto no processo de projeto como no de gestão da construção. A arquitetura está sujeita a diversas influências, a um cada vez maior controle e à pressão constante de novas regulamentações. Portanto, o caminho para uma valorização profissional, passa por compreender, adequar e capacitar o arquiteto enquanto gestor reconhecido dos requisitos próprios de um processo de construção. Esse entendimento se fortalece pelo argumento apresentado por parte dos estudantes de engenharia, que colocam em dúvida a autoridade futura do arquiteto como líder do processo de projeto e de construção nos próximos anos, se esses não apresentarem melhoras no desenvolvimento das competências em disciplinas já consolidadas na área da engenharia (Claire Jamieson, Dickon Robinson, John Worthington, 2011).

A atividade do arquiteto é, portanto, tema de preocupação no seio da Indústria AEC e um dos prognósticos lançados para subsistência da profissão no mercado é o investimento no desenvolvimento de experiências multidisciplinares. Esse é um ponto assinalado pelos estudantes de engenharia e arquitetura, os quais preferem dar prioridade às oportunidades que envolvam um maior número de consultores de projetos diferentes e que incluam além das especialidades de projeto técnico, disciplinas de planejamento e de custos (Claire

Jamieson, Dickon Robinson, John Worthington, 2011). Esse argumento aponta em direção das novas relações do mercado da construção, previstas pelo mesmo estudo para 2025, quando se prevê que se intensifique o que já ocorre nas relações de trabalho fruto do ambiente globalizado atual, com base nas relações com trabalho remoto capacitado em redes de comunicação, em diversos idiomas e adaptado a diferentes contextos culturais.

A inserção de arquitetos em projetos dessa natureza é ilustrada pelo exemplo do Reino Unido, onde em 2011 50% da produção de arquitetos é destinada a construtores (Claire Jamieson, Dickon Robinson, John Worthington, 2011). As empresas, portanto, seguem absorvendo essa mão de obra, mas com o posicionamento de que esse profissional pode ocupar espaços de coordenação e atuar como integrador de equipas e de informação.

Neste panorama de mudança veloz de contexto e necessidades da indústria da construção, há a necessidade de uma maior proatividade e resposta rápida por parte dos profissionais envolvidos, tornando-se fundamental identificar as competências necessárias para acompanhar tais alterações e de traçar novas estratégias de mercado.

2.3. **O panorama BIM na Indústria AEC**

Uma nova metodologia de trabalho

O progresso de novas tecnologias na construção civil é observado desde a introdução do *Computer Aided Design* (CAD) na produção de projeto, tecnologia que iniciou as transformações digitais no universo da construção civil. Na década de 70 do séc. XX, seguindo essa tendência, e partindo da produção significativa de trabalhos de investigação voltados para a automatização de processos, assiste-se ao desenvolvimento da metodologia que hoje designamos por *Building Information Modeling* (BIM).

Dentre as publicações mais relevantes sobre o tema está o trabalho de Charles Estman (Eastman M et al., 1974), no qual este descreve os princípios de uma nova metodologia de trabalho. Eastman expõe um novo sistema com o qual objetiva resolver problemas significativos na produção de desenhos de construção de arquitetura ou engenharia, que são, por exemplo, a duplicidade na representação das peças a serem construídas. As diferentes dimensões que representam um edifício (3d) e um projeto de construção (2d) são a base do raciocínio para o desenvolvimento de um novo sistema de descrição de informação (*Building Description System BDS*). Tais diferenças fazem com que sempre uma informação seja repetida nos desenhos e essa relação implica em um trabalho significativo para manter os

projetos consistentes. A criação de bases computacionais como o BDS permitiu o desenvolvimento de novas operações entre as informações do edifício e suas representações, abrindo caminhos para avanços da metodologia BIM, cujo termo “*Building Information Model*” surgiu em 1992, em uma proposta de estrutura e de visualização de múltiplos aspectos do mesmo projeto (van Nederveen & Tolman, 1992).

Para compreender a metodologia, é essencial partir do princípio exposto por Lachmi Khemlani:

“It is important to keep in mind that BIM is not just a technology change, but also a process change. By enabling a building to be represented by intelligent objects that carry detailed information about themselves and also understand their relationship with other objects in the building model, BIM not only changes how building drawings and visualizations are created, but also dramatically alters all of the key processes involved in putting a building together...” (Eastman et al., 2011, p. 7).

A criação de um modelo digital único é a base da metodologia, os objetos compostos por informações digitais são trabalhados em um modelo e, conseqüentemente, as relações entre as equipes envolvidas no trabalho se modificam. As novas possibilidades de relações interferem em todo o ciclo de vida de um projeto, já que com o BIM, todo o projeto é desenvolvido sobre uma nova dinâmica. Uma definição para essa nova dinâmica de trabalho é exposta como ação estratégica para a performance do setor da construção:

“...a process or method of managing information related to facilities and projects in order to coordinate multiple inputs and outputs, using shared digital representations of physical and functional characteristics of any built object, including buildings, bridges, roads, process plant” (EUBIM Task Group, 2016, p. 26).

A partir desta colocação, é importante compreender o alcance da metodologia para se perceber como alterar os métodos tradicionais de trabalho. Há diversas formas de abordagem para uma discussão mais ampla da dispersão da metodologia na indústria da construção e uma delas é a através da análise das relações do modelo de negócio: *Design Bid-Building, Design Build, Construction Management Risk, Integrated Project Delivery*⁸. Essa observação é reforçada pela literatura especializada, que nos revela alterações significativas nos modelos de contrato com a inclusão do BIM (Eastman et al., 2011). Outra possibilidade será através das áreas de interferência, conforme exposto em documentos da indústria, por exemplo, a publicação europeia que mapeia os fatores de implementação BIM

⁸ Tipos de contratos executados na Indústria da Construção.

para o setor público e recomenda a interação das seguintes dimensões: políticas, técnica, pessoas, habilidade e processos, como características mínimas para iniciar a implementação (EUBIM Task Group, 2016). O BIM, portanto, interfere de maneira global em um projeto.

Usos na Indústria e empresas de projeto

A utilização da metodologia varia de acordo com as áreas aplicadas, tem-se expandido e diversificado. Conforme foi apresentado em 2010, em uma visão da *Indústria AEC*, as propostas de utilização se baseavam em temas como: visualização 3d, desenhos de fabricação, revisão de códigos de incêndio, estimativa de custos, sequência construtiva, análise de conflitos, gestão de instalações (Azhar, 2011, p. 243). Uma maior expansão da metodologia é implementada sob a forma de documentação modelo para indústria, acrescentando mais 16 usos, tais como: modelação das condições existentes, estimativa de custos, modelação 4d, programação, análise do local da construção, revisão de projetos, criação de projetos, análise energética, análise estrutural, análise de luminotécnica, coordenação de projetos 3d, planejamento de site, planejamento e controle 3d, registro do modelo, cronograma de manutenção, análise de sistemas do edifício (Messner et al., 2011, p. 69).

Esses usos são aqui ilustrados como forma de analisar a sua diversificação, já que recentemente, isto é, após 10 anos desses dados, estudos avaliam a amplitude de assuntos relacionados à estrutura de conhecimento BIM abordados pela literatura. Seus impactos e prioridades são listados em categorias, dentre elas: interoperabilidade e colaboração; sustentabilidade e eficiência energética; programação, processamento de imagem, laser scanning e realidade aumentada; gestão da construção (Santos et al., 2017). Além desses, assuntos voltados para: aprendizado BIM, gestão de riscos e segurança (Olawumi et al., 2017). A diversidade dos temas revela que a utilização do BIM é uma realidade em uma parte significativa da área da construção civil, tanto da arquitetura quanto da engenharia. Realidade esta que depende de uma padronização para uma utilização plena e coordenada.

Implementação, barreiras, ciclo de vida

O mercado AEC é fragmentado, desde os profissionais envolvidos (arquitetura, engenharia e suprimentos) à variedade de escalas das organizações, portanto, a padronização, ou standarização⁹ é considerado um fator determinante para a implementação e avanço do BIM (Observatory, 2019).

Analisar as barreiras de implementação da metodologia BIM no mercado AEC é uma forma de abordar as principais questões para a padronização estruturada. Fazem parte dessa complexidade as questões relativas à interoperabilidade, dificuldades com atingimento dos requisitos dos usuários, mudanças nos processos de trabalho, questões legais e pessoais como treinamentos e novas competências (Walasek & Barszcz, 2017). No contexto da indústria, são barreiras na implementação as questões de custos, *standards* e competências profissionais (Run-Run Dong & Martin, 2017). Além de necessidade de investimento em liderança global, adequação do negócio ao retorno de investimento, modelos de avaliação de maturidade (Smith, 2014).

É importante analisar a implementação BIM também pela perspectiva dos *designers*, posto que as decisões mais importantes são tomadas na fase de projeto (A.-M. Mahamadu et al., 2017). Mahamadu (A. M. Mahamadu et al., 2013) analisou este contexto sob uma perspectiva mais ampla, o dividiu em: *Tecnologia* (interoperabilidade, segurança de dados, standards), *Organizacional* (questões legais e contratuais), além de definir soluções para áreas específicas (A.-M. Mahamadu et al., 2017). A existência e a necessidade dessas questões são suportadas por consideráveis números de casos de estudos. Casos esses que expõem as necessidades de desenvolvimento nas áreas de softwares de colaboração para trocas de informações ou aumentar a eficiência em coordenação e monitoramento de processos (Migilinskas et al., 2013), além de ferramentas para monitoramento e operação, análise de dados e de processos (Neves et al., 2019).

Em consequência do contexto fragmentado da indústria AEC, a implementação deve ser trabalhada dentro de cada realidade pretendida. É vantajoso considerar não apenas uma implementação da tecnologia, mas, também, de uma transformação do ambiente sócio cultural (Coates et al., 2010), devido às diferentes demandas, resistência cultural, níveis de treinamento entre as equipas, ou a percepção dos riscos e desafios serem diferentes em cada

⁹ Standarização, termo proveniente de *Standard* na língua inglesa e que é utilizado como sinônimo do termo padronização estruturada e difundida.

contexto(Xu et al., 2018). A partir desse raciocínio, a leitura de dados sobre implementação deve ser feita pelo contexto, ou seja: local, tipo de organização e métrica específica.

Implementação europeia

Para contextualizar esta investigação foram considerados como base referências de estudos sobre a indústria europeia (Mcauley et al., 2016; NBS, 2019) Constatamos que a adoção do BIM pela indústria da construção é considerada ainda heterogênea entre os países europeus (Tabela 7) e em indústrias específicas como no reino unido (NBS, 2019) , mostrando uma utilização de BIM 3d em 29%, enquanto 69% nunca utilizaram a metodologia. Diante disso, a implementação BIM na AEC europeia é considerada limitada, com um desenvolvimento desigual entre práticas e políticas (Tabela 7). A heterogeneidade é traduzida em uma fragmentação da sua utilização ao longo da cadeia de produção, com a fase de *design* mais desenvolvida do que as fases de operação e manutenção. Como exemplo refere-se a adoção BIM no Reino Unido (RU), contexto de referência na adoção do BIM, onde 90% das empresas de arquitetura utilizam a metodologia, mesmo sem ser um requisito do cliente, confirmando a oportunidade de valorização para o arquiteto nesse mercado(Observatory, 2019).

Um importante relatório anual publicado pela NBS¹⁰ (NBS, 2019) com a participação de 988 profissionais AEC do RU, expôs alguns motores responsáveis por esse cenário. Dentre eles, destaca-se que 96% planeja usar BIM nos próximos 5 anos, de que 87% dos participantes reconhecem que o profissional que colaborar efetivamente com o BIM será mais bem sucedido, 63% afirmam que entendem que no futuro será necessário BIM para todos os projetos, e ainda 13% percebem que os papéis tradicionais dos profissionais envolvidos, como o de arquiteto, tendem a se diversificar. Esses dados revelam que a metodologia BIM já está adaptada na indústria da construção no RU e conduzem a novos raciocínios sobre a necessidade de se compreender as relações profissionais que esta metodologia estimula.

O impacto que a implementação BIM induz na força de trabalho da construção é reconhecido. Se por um lado se traduz em novas oportunidades, por outro, se revela pela escassez de mão de obra qualificada para atender toda a demanda do mercado(Wei Wu &

¹⁰ National Building Specification NBS é uma plataforma inglesa de tecnologia que combina conteúdo e conectividade para qualquer pessoa envolvida no projeto, fornecimento e construção do ambiente construído.

Issa, 2014). Para superar essa falta, a indústria trabalha com a capacitação especial para suas equipes existentes, e contrata arquitetos, engenheiros e profissionais de tecnologia com alguma experiência no assunto. Essa é uma tendência crescente de contratações que se dediquem á melhorias da utilização da metodologia (Hardin, Brave; McColl, 2014).

Tabela 7-Visão geral da adoção BIM mundial. Adaptado de (Mcauley et al., 2016)

Open BIM Standards	Norway	2016 Shared on open BIM certification
	Austria	2015 BIM standards based on IFC
Mandates in place	Sweden	Restricted mandate in place
	Finland	2007 requires IFC for new buildings and operation based on integrated models
	Russia	2017 BIM obligatory for all federal orders
	UK	2016 BIM obligatory for government projects
	Denmark	2012 BIM for all government offices and university buildings
	United States	2008 BIM obligatory for Government projects
	Korea	2012 BIM standard of Korea
	Hong Kong	2014 Mandate in place
	Dubai	Restricted mandate in place
	Singapore	2015 obligatory for all buildings superiores a 5mil m2
	Australia	Restricted mandate in place
Future mandates fixed	Scotland	2017 Level 2 BIM to be introduced
	France	2017 planned introduction
	Mexico	2017 Standars for BIM projects
	Peru	2022 BIM obligatory for government projects
	Qatar	2017 Planned introduction
	Chile	2020 BIM Obligatory for government projects
BIM Programmes planed	Canada	2014-2020 BIM Implementation programm
	Portugal	BIM program in place
	Spain	2018 -2019 planned introduction
	Netherlands	2012 based on open BIM
	Germany	2017-2020 Phased introduction
	China	Strong government support
	Japan	BIM Guidelinde
No BIM requirement	Switzerland	No BIM requirement planned

	Belgium	No BIM requirement planned
	Brazil	No BIM requirement planned
	Italy	No BIM requirement planned
	Czech Republic	No BIM requirement planned
	New Zealand	No BIM requirement planned

O profissional no contexto da metodologia BIM

BIM manager e suas variações

2.4. O BIM é uma promessa para aperfeiçoar o modo de trabalho da indústria da construção civil, incentivando a formação de novos tipos de relações entre as equipas no setor (Hardin, Brave; McColl, 2014). As novas relações profissionais se traduzem em novas competências e responsabilidades que precisam ser desenvolvidas e executadas pelos profissionais BIM. Neste contexto, surge na indústria a figura do *BIM Manager*.

A adaptação da indústria AEC aos novos processos da metodologia BIM é necessária para se colher os benefícios da sua utilização. Há vários aspetos a considerar nessa adaptação sendo o mais relevante o que respeita à mudança nos papéis dos arquitetos, engenheiros e construtores (Sebastian, 2011). Essa mudança depende do contexto cultural e profissional da organização, se há uma maior ou menor atuação deste profissional, o qual possui a visão estratégica e influenciadora de novas oportunidades na organização. Há uma vertente da literatura (Holzer, 2015) que expõe a ideia da probabilidade de obsolescência desse profissional (BIM manager) no futuro, partindo do raciocínio de que as responsabilidades se tornarão parte da gestão do projeto e não mais uma peça fundamental para a implementação da metodologia. Os *BIM Managers*, presentemente, não são responsáveis pelas decisões mais importantes de uma construção, mas apoiam gestão e são os responsáveis principalmente pela implementação dos processos de trabalho relacionados ao BIM. Portanto, no momento atual, estamos numa fase de transição da indústria, que varia entre executar o trabalho possível e o trabalho apropriado à metodologia.

Nesse contexto, a literatura específica apresenta-nos um campo de estudos significativo sobre a temática do profissional BIM e um dos campos de relevo é relativo à identificação dos termos relacionados com *BIM Manager*. Há uma variedade de designações desde referências ligadas ao profissional BIM e à especialidade das funções, como: *BIM champion*, *BIM administrator*, *4D specialist*, *Virtual design and construction* (Eastman,

2011). Identificar a função do profissional e a partir disso, apurar as responsabilidades individuais é um método muito utilizado pelos pesquisadores.

Barison (Maria Bernardete Barison & Santos, 2010) expõe o especialista *BIM Manager* dependendo da função desempenhada e do contratante: *information manager*, *virtual construction manager*, *virtual architect/engineer*, *digital contractor*, *digital project coordinator*. A partir dessas nomeações, os divide de acordo com as responsabilidades como: *BIM Modeller*, *BIM analyst*, *BIM application developer*, *BIM software developer*, *Modelling specialist*, *BIM facilitator*, *BIM consultant*, *BIM researcher*. Para as responsabilidades relacionadas à gestão, como *BIM Manager* (responsável pela organização da informação entre projetistas e contratante); para as trocas de informações de gestão do modelo: *project model manager*, *modeling manager*, *model manager*, *BIM detailed manager*. Há diferenciações encontradas na indústria de acordo com o tipo de organização, como por exemplo, o *BIM Manager* em empresas de projeto: *chief BIM officer*, responsável pela implementação BIM, coordenação de equipes de projeto, planejamento e treinamentos. Outro exemplo é o especialista atuando diretamente na construção ou em subcontratados: *BIM construction officer*, responsável pela implementação de processos de tempo e custos, formando a equipe BIM de gestão de recursos.

Desenvolvimento de novas relações de trabalho e competências do profissional BIM

Identificada a significativa rede de possibilidades para o profissional BIM na indústria, encontrar as competências necessárias para executar o trabalho é um desafio necessário para se saber o que é preciso aprender e, a partir disso, desenvolver novas capacidades. Succar (Succar et al., 2013) descreve competências individuais do profissional como sendo traços pessoais e conhecimentos profissionais; e *competências* como atividades ou resultados que devem ser mensurados em relação aos padrões de desempenho e que podem ser adquiridos ou aprimorados por meio da educação, treinamentos e desenvolvimento.

Nesta conjuntura, uma das formas já descritas pela literatura é avaliação do profissional seguindo métricas de *aptidão*, *habilidades*, *conhecimento* e *atitude*¹¹. Como

¹¹ Termos adaptados de (M. B. Barison & Santos, 2011): Aptitude, qualifications, knowledge, attitude.

demonstram Barison e Santos (M. B. Barison & Santos, 2011), o reconhecimento de 71% dos profissionais sendo classificados como BIM manager é um dos resultados consideráveis, além da identificação de que 38% executa a força laboral em empresas de construção e 22.6% em empresas de projeto de arquitetura. A partir desta avaliação, as habilidades são mapeadas e, por consequência, o *BIM Manager*, segundo Barison (M. B. Barison & Santos, 2011), deve abranger as seguintes características: experiência de ao menos 5 anos no mercado AEC, habilidades de comunicação, habilidades com softwares, pensamento sistemático, conhecimentos em tecnologia da informação, processos de construção e gestão; atitude positiva e proatividade no suporte às equipas e nos treinamentos.

Compreender a posição do profissional e suas competências a partir do que executam é uma forma de identificar o trabalho BIM. Outra forma de percepção é compreender o que a indústria exige como requisito para cada função, isso é, quais são os trabalhos BIM existentes e quais as competências exigidas para cada um deles. Essas são as questões abordadas em um estudo recente (Uhm et al., 2017) que avalia 242 trabalhos BIM publicados on line e identifica 35 posições relacionadas a BIM e os divide em 8 categorias (*BIM project manager, director, BIM coordinator, senior architect, BIM manager, BIM designer, BIM MEP coordinator, BIM technician*). Esses 8 trabalhos BIM são identificados como títulos representativos e são reconhecidos no estudo os subgrupos com nomes equivalentes como, por exemplo: *BIM project manager (senior projec architect)*, ou *Director (senior BIM project manager, BIM leader, head of BIM platform, BIM component library producto manager)*. Como resultado, as competências para cada função são identificadas e classificadas em competências comuns, essenciais e específicas para o trabalho. Dessa maneira é traçado um mapa de competências a serem desenvolvidas.

O reconhecimento do profissional *BIM Manager* é também exposta nos documentos da indústria, guias de boas práticas que servem de balizadores para a implementação BIM nas organizações. Um dos desafios desses documentos é o fato de que a adoção do BIM pela indústria progrediu sem uma estrutura teórica e prática para se oferecer aos profissionais. Os desenvolvedores dos padrões buscam um equilíbrio entre a necessidade de introduzir uma estrutura coerente, representativa e o desafio de definir processos e funções que, na prática, ainda estão evoluindo (Davies et al., 2017).

Dentre os processos, a colaboração interdisciplinar e a definição de requisitos BIM são considerados essenciais para a mudança nos papéis tradicionais das relações de trabalho entre os profissionais BIM, especialmente arquitetos, engenheiros e construtores (Sebastian,

2011). Uma das premissas básicas do BIM é a colaboração de diferentes atores, em diferentes fases do ciclo de vida do projeto, e nesse contexto, a literatura situa o *BIM Manager* como representante tanto do *designer*, do construtor, como também do cliente (Davies et al., 2017; Sebastian, 2011).

A inserção do profissional BIM pela visão dos guias e standards

É importante interpretar o papel do *BIM Manager* dentro de toda a dinâmica de um projeto BIM e um dos métodos de identificação das relações dessa função é através da análise dos usos BIM. Em um estudo que pormenoriza as relações do *BIM Manager* nos guias da indústria, Davies (Davies et al., 2017) relaciona os usos mais comuns (Messner et al., 2011) e subdivide as responsabilidades em duas categorias: *Projeto* e *Organizacional*. A partir dessa identificação em comum entre os guias, este subdivide os resultados em: *técnico*, *processos*, *pessoas* e *estratégia*, para obter quais são as competências necessárias do *BIM Manager* em cada uma das situações.

No estudo em questão, o panorama acerca do *BIM Manager* é contextualizado pelos guias, ou seja, faz parte de uma perspectiva do cliente contratante, já que é a figura maioritariamente ditadora de regras e idealizadora dos *standards* (padrões). Portanto, as responsabilidades do *BIM Manager* podem ter abordagens diferentes de acordo com o contexto que são aplicadas. Outro resultado apresentado é a predominância das descrições sobre *BIM Manager* nas fases de *design* e construção, em detrimento da fase de operação e manutenção do edifício. Esse dado levanta a discussão sobre a necessidade de codificação das responsabilidades e atividades do profissional em todo o ciclo de vida do projeto para não haver perda de informação e, além disso, a identificação do ponto crítico do projeto como sendo a fase de *design*, identificando na fase de construção uma maior preocupação com interoperabilidade e gestão de processos.

Atuações segundo os *Guidelines*

Os *Guidelines* são documentos emitidos pela Indústrias da Construção para suprir a falta de padronização sobre a utilização da metodologia BIM, não são considerados normas e atuam como recomendações de apoio ao meio técnico. Considera-se que esses documentos possuem as informações fundamentais, assim como especificações essenciais e boas práticas para a implementação do BIM (Chae & Kang, 2015a).

Para esta Investigação foram selecionados alguns dos principais *Guidelines* e suas análises priorizaram a relação de definição do profissional *BIM Manager* com a função do Coordenador de Projeto tradicional. A intenção foi avaliar a maturidade de desenvolvimento de informação sobre esse tipo de trabalho no contexto atual do BIM.

- *AEC(UK) BIM Technology Protocol-Practical implementation of BIM for the UK Architectural, Engineering and Construction (AEC) industry* (AEC (UK), 2012)

Descreve um novo processo de trabalho acrescentando a colaboração como foco principal do gerenciamento do empreendimento. A descrição dos processos é explicada através da separação das responsabilidades primárias dentro do projeto, colocando o *BIM Manager* como figura central da gestão das informações. O processo é descrito em 3 funções: *Estratégico, Gestão e Produção* sendo que em cada umas dessas funções podem ser definidas tarefas, tais quais podem ser delegadas de acordo com a dimensão da equipa e necessidades do projeto.

O documento descreve, através de uma matriz de competências, o contexto em que cada responsável pelo projeto deve atuar. Essa classificação pode ser interpretada como demonstração clara do papel que o *BIM Manager* passa a desenvolver dentro desse novo processo. A matriz mostra a separação de tarefas em um projeto de grande porte onde seriam necessárias divisões de trabalho desde a modelação, passando pela coordenação e equipes de desenho e, por fim, a gestão por um profissional designado de *BIM Manager*. Para projetos de pequeno porte também é possível usar essa matriz, considerando que não haverá divisões de tarefas em sub cargos, mas a atuação de um profissional como o *BIM Manager* continuaria existindo desde a modelação à participação de cooperação estratégicas dentro do empreendimento.

Esse documento fixa e ratifica o papel deste colaborador como sendo essencial para a disseminação e organização da informação do projeto.

Podemos ainda verificar uma definição clara de fases de projeto, tais como: *anteprojeto, projeto base, projeto executivo* e como o BIM pode atuar em cada uma delas. As entradas e saídas dos processos regulares das empresas foram descritas e organizadas de forma a poderem ser geridas através da metodologia BIM desde a organização de pastas, à inserção de informações no modelo de acordo com as fases regulares de entrega de projetos. Essas definições são importantes para a implementação da metodologia em todas as fases, porém neste documento não se limita a isso. Nota-se a expansão da visão além da importância de um gestor que entenda desde a leitura de estratégia do empreendimento,

passando pela organização da documentação que são os desenhos executivos e todo o processo de criação até a distribuição e controle de todas as informações dentro do empreendimento.

- BIM Management (Strategic)

Será o responsável por interpretar as necessidades do empreendimento, quais os objetivos e como o processo de projeto BIM pode ser delineado para os atingir, passando por um entendimento acerca dos *stakeholders*¹², quais os impactos e riscos, como gerir, entender os impactos culturais que pode ocorrer dentro da equipe e/ou quais devem ser criados para que o projeto BIM realmente aconteça.

- Management

As responsabilidades primárias ligadas a essa categoria estão relacionadas à produção de documentação de processos e procedimentos, tais como o plano de execução, processos de auditoria do modelo, organização e representação em reuniões, gestão da qualidade e da dissipação do conhecimento dos processos dentro do empreendimento.

- Coordinator (Management)

É a função relacionada diretamente com os colaboradores de disciplinas complementares do projeto. É apresentado como um apoio a um gestor de Management num projeto de grande escala, ou pode ser a função de um só profissional que faça o trabalho de gestão dos colaboradores, auditoria de modelos, além da garantia de execução dos processos de gestão.

- Production (Modeler)

Descrito como a função específica de *desenhador*, não necessariamente envolvido nos assuntos de gestão, mas inserido no processo. Essa é a única função dentre as descritas que não coloca o arquiteto como ator principal, podendo ser preenchida por um colaborador com expertise em modelação e tecnologias.

- *COBIM Common BIM Requirements 2012 v.10*

Documento Finlandês que serve como base de apoio para gestão de projeto em BIM em todas as fases da construção de um empreendimento. Apresenta definições pormenorizadas de como modelo é planejado e produzido. Está dividido em 13 séries, cada

¹² Stakeholder, refere-se às partes interessadas no projeto.

qual específica para uma disciplina ou situação de projeto a ser aplicada a metodologia (ex.: para projetos em construção, reabilitação, instalações).

As séries em que o papel do *BIM Manager* surge especificado são: 1- *General* e 11 - *management*. Na série 1-*General* (COBIM, 2012a), onde são descritas as tarefas de cada momento do Modelo em que o *BIM Coordinator*, assim especificado, deve atuar.

A série 11- *Management of a BIM Project*, descreve a importância da gestão do empreendimento desde o início para que os objetivos sejam alcançados. Essa seção ainda divide a gestão de projetos em 3 subprocessos: “*design, execution and supervision*”(COBIM, 2012b, p. 6).

O primeiro descreve os objetivos e formaliza o plano do Modelo, o segundo, executa as tarefas definidas na fase de design e o terceiro monitoriza. Na fase de supervisão estão considerados as retroalimentações dos processos de projeto como garantia da qualidade e atualização do plano do modelo se necessário.

A descrição de um gestor BIM é feita pelo *BIM coordinator*, que é o responsável pelo plano do modelo e atua ao lado do Gestor do Projeto. O *BIM coordinator* deve descrever os objetivos do Modelo, escopo de utilização e gerenciar as partes interessadas. Neste documento são descritos os processos do projeto fase a fase, sugerindo o que pode ser produzido em cada uma delas e descrevendo como elas devem ser feitas.

Nota-se uma preocupação em inserir o *BIM Manager*, ou o *BIM coordinator* na posição de gestor do processo de projeto, porém, o desenho deste desconsidera e não cita a interoperabilidade entre as equipes. Com esse fator, o desenho de processo apresentado é linear.

- *BIM Project Execution Planning Guide- Version 2.0 2010* (State, 2010)

Documento norte americano que demonstra o mapeamento de todos os processos de projetos das fases que compõe (Plano de execução, condições existentes de modelação, estimativa de custos, modelagem 4d, etc.), traz também layout do Plano de Execução que contempla todos os itens necessários para o contrato.

Para compor esse documento de forma completa foram disponibilizadas uma série de planilhas como projeto padrão sendo que através delas podem ser descritas e definidas as informações do projeto tais como: responsabilidades, nível de pormenorização em cada fase, *template* de objetivos, avaliação de consultores.

Este documento considera a figura do *BIM Manager* como parte importante do processo de projeto, o incluindo em todas as fases ao lado do Gestor do Projeto na hierarquia

das decisões, mas não faz uma definição de habilidades ou competências. Tal profissional é inserido no processo no início, na execução do plano do projeto e desenvolve atividades-chaves como avaliação da qualidade do modelo.

Os *Guidelines* aqui descritos fazem parte de uma série de leituras organizadas e servem de panorama geral para entender com o *BIM Manager* tem sido considerado pela Indústria AEC.

Coexistência do novo e do tradicional

Outra perspectiva do tema são os conflitos gerados na transição da cultura tradicional da construção para a cultura BIM. Embora haja uma tendência de atenção para os papéis de *BIM manager*, *BIM coordinator* e *BIM modeler* conforme já expostos, há outros atores que surgem e se relacionam com o projeto dependendo da situação e escala da organização. Como consequência disso ocorrem choques de cultura e compreender como desenvolver um papel profissional para o *BIM Manager*, ou como esse papel é percebido pelos atores que já operam no mercado, é importante para o desenvolvimento da metodologia.

Em um recente estudo, (Bosch-Sijtsema et al., 2019) os usos BIM descritos na literatura são utilizados para detetar as atividades que o profissional BIM deve executar e a partir desses dados, comparar as opiniões de profissionais BIM e profissionais não BIM nas organizações. Os resultados revelam algumas diferenças de entendimento do profissional BIM como um gestor, isto é, na identificação do *BIM Manager*, sugerindo que por parte do profissional não BIM, o profissional BIM é reconhecido como um coordenador de modelo e não como uma peça crucial para a gestão da informação do projeto. Isto é, na visão dos profissionais tradicionais, o novo *BIM Manager* tem uma função predominantemente técnica.

Por outro lado, um estudo focado na análise do *BIM coordinator*, usando como método as questões de prática real e prática prevista, ou seja: o que as pessoas fazem ou o que elas deveriam fazer, identificou as fronteiras de áreas de responsabilidades desse profissional (Jacobsson & Merschbrock, 2018). Essa pesquisa dividiu as responsabilidades em cinco alternativas de enquadramento: (a) executar *clash detection*¹³: envolve integração, identificação e proposição de soluções, (b) gerenciar fluxo de informação e comunicação, (c) monitorar alterações de projetos através de processos de construção, (d) dar suporte a

¹³ Clash Detection, termo que se refere à compatibilização de projetos através das ferramentas digitais de softwares paramétricos como o Revit.

novos procedimentos de trabalho e desenvolvimento técnico. (e) agir como um expensor de fronteiras. Em contraste com o estudo anterior (Bosch-Sijtsema et al., 2019), além das áreas de responsabilidade, há um importante papel de gestão da informação. Além disso, Jacobsson (Jacobsson & Merschbrock, 2018) enfatiza a responsabilidade do profissional BIM sobre o alinhamento entre informação interna e externa do projeto. Segundo os dados coletados, este profissional tem ainda uma importante função de alinhar as expectativas, atuando como um integrador de informações e garantia de cumprimento do escopo contratado.

“one of the main roles of a BIM coordinator is to make sure that everyone is aligned, and to make sure that the system is up to date... This is just to make sure that everyone follows the same processes.” (Jacobsson & Merschbrock, 2018, p. 13)

Outra situação que representa o conflito real e atual entre as profissões é a análise sobre competências que se igualam ou se diferenciam entre os profissionais *BIM manager* ou *Project manager* (Rahman et al., 2016). Em uma pesquisa feita a partir de dados de empregos descritos nas redes sociais e das suas descrições de competências, um cruzamento de dados revelou uma aproximação significativa entre os dois tipos de profissionais: Tabela 8 Adaptado de:(Rahman et al., 2016).

Esses dados reforçam a existência do profissional BIM na indústria e o processo de adaptação ao novo modelo de trabalho. Porém, um atividade profissional só se torna institucional quando é reconhecida e aceita pela indústria, é essencial o reconhecimento e entendimento das atividades a serem executadas e das suas responsabilidades (Bosch-Sijtsema et al., 2019). Em consequência dessa realidade, enquanto se atravessa esta fase de transição, os profissionais se revezam entre as funções tradicionais e novas.

“I have this job in one of my projects, but I of course have other projects on which I work [...] the BIM coordinator role consumes about 20 percent of my time in each project.” (Jacobsson & Merschbrock, 2018, p. 14)

Assim, é essencial fazer uma ponte de conexão entre o profissional tradicional e o novo tendo como base a educação para que se supere o papel de coordenador digital e essa nova função atinja outros patamares como cultura, aspetos pessoais e sociais da organização para a criação de um ambiente colaborativo (Jacobsson & Merschbrock, 2018).

Tabela 8 Adaptado de: (Rahman et al., 2016)

Project Manager	Project Manager and BIM Manager	BIM Manager
Metal fabrication, Modeling, new business development, steel, steel structures	3D, architectural design, architectural drawings, AutoCAD, bim, cad, comprehensive planning, construction drawings, design research, drawing, leed, mixed-use, Navisworks, Revit, space planning, steel detailing, submittals, sustainable design	3D studio modeling, 3D studio max, construction safety, facilities management, high rise, interior design, MEP, micro station, piping, sketchup, urban design

Coordenação de Projetos

2.5. Regulamentação da atuação do coordenador de projetos em Portugal

A atuação dos profissionais no contexto da coordenação de projetos é objeto de estudo desta secção, que tem como objetivos identificar as principais áreas regulamentadas dos profissionais AEC em Portugal e como a organização existente está preparada para a adoção de novas metodologias de trabalho como o BIM.

Inicia-se a discussão sobre a gestão de projetos através da ótica de uma significativa associação de gestão de projetos, o *Project Management Institute* (PMI)¹⁴, que trata da Gestão de Projetos como forma de aplicação genérica podendo ser aplicada para qualquer área de trabalho:

“um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo” (PMI, 2013).

Todo projeto deve ter um início e um término que culmina no alcance dos objetivos ou no seu encerramento, passando por todo o seu ciclo de vida, isto é, “todo o caminho que é necessário para realizar o trabalho”(Rita Mulcahy`s, 2013, p. 34). Traçando um paralelo com uma obra de construção civil, um projeto é considerado todo o empreendimento, englobando as suas fases ou estrutura lógica organizada para produzir as entregas do

¹⁴ PMI Project Management Institute é a organização líder internacional que representa os profissionais da gestão de projetos em todo o mundo e que normaliza e certifica as práticas e conhecimento científico, nesta área de gestão. O PMI oferece oito certificações que atestam conhecimento e competência, dentre as quais, a de Profissional em Gestão de Projetos (PMP)®, que conta com quase 1 000 000 de profissionais certificados em todo mundo. Os salários e oportunidades de carreira dos profissionais certificados demonstram que as empresas reconhecem a mais-valia desta certificação.

produto: estudo de viabilidade, definição de conceito, projetos executivos, execução da obra e a manutenção do edifício. Considerando ainda uma obra, a gestão do projeto (empreendimento) é feita pelo Gerente do Projeto, sendo que em Portugal pode ser a figura de um *Diretor de Obra* ou de um profissional definido para: “liderar a equipe responsável por alcançar os objetivos do projeto” (PMI, 2013, p. 16). Em Portugal algumas definições da área são significativas para a compreensão da dinâmica da construção, tal qual a figura do *Dono de Obra*. Segundo as disposições gerais da portaria 701 de 2008 (Diário da República, 2008), o *Dono de Obra* é definido como a figura ou entidade responsável pela obra executada sob contrato e um *empreendimento*, um conjunto de uma ou mais obras integradas para uma determinada função ou objetivo. Uma *equipa de projeto* configura-se por um conjunto multidisciplinar de profissionais, com finalidade de executar um projeto contratado pelo dono de obra, constituída por vários autores de projeto e orientada por um coordenador de projeto.

Para a realização de um projeto é necessário que existam processos que são, segundo o PMI, “conjunto de ações e atividades inter-relacionadas que são executadas para criar um produto” (PMI, 2013, p. 25), e que na construção civil são considerados como Processos de Projeto. Tais processos desenham o fluxo de trabalho necessário para a produção da informação que será utilizada para a execução do ativo construído.

Há diversos modelos de processo de projeto, podendo-se considerar uma convergência entre eles nas seguintes fases: *estabelecimento dos requisitos, análise das tarefas, desenho conceitual, pormenorização do projeto e implementação* (T. J. Howard et al., 2008), tendo elas como produtos os pacotes de documentos ou projetos, que são desenhos das várias disciplinas nas suas respectivas fases de desenvolvimento. Tais documentos são utilizados para a produção do edifício e possuem definição específica na lei portuguesa: “projeto é um conjunto coordenado de documentos escritos e desenhados, integrando o projecto ordenador e demais projectos, que definem e caracterizam a conceção funcional, estética e construtiva de uma obra, bem como a sua inequívoca interpretação por parte das entidades intervenientes na sua execução.” (Diário da República, 2009b).

A gestão do processo de projeto é fator de risco para o atingimento dos objetivos pois a falha pode gerar problemas de comunicação, falhas na geração de documentação, falta de informações, alocação insuficiente de recursos, erros em tomadas de decisão (Manziona, 2013). Por essas razões, o papel do coordenador dos processos de projetos é importante na organização, sendo esse profissional definido pela literatura específica como *Coordenador*

de Projeto (Melhado, 1994). O *Coordenador de Projeto* tem como principais objetivos e funções: orientar a equipe de projeto, garantir atendimento às necessidades dos clientes; garantir a obtenção de documentações coerentes e completas, coordenar o desenvolvimento do projeto, distribuir tarefas e prazos, decidir entre alternativas para solução de problemas. Além de garantir a adequada articulação da equipe de projeto assegurando a participação dos autores, a compatibilidade entre os documentos e o cumprimento das disposições legais de cada especialidade (Diário da República, 2008).

A função do coordenador de projeto está descrita na legislação portuguesa, na qual se define e especifica as obrigações e atribuições deste profissional (Tabela 9), caracterizando-o como o autor de um dos projetos, ou integrante da equipa de projeto e com qualificação profissional específica de acordo com as exigências legais (Diário da República, 2009b).

Tabela 9: Deveres do Coordenador de Projeto-Artigo 9º -Retirado de:(Diário da República, 2009a)

A	Representar a equipa de projeto, da qual faz parte integrante, durante as fases de projecto perante o dono da obra, o director de fiscalização de obra e quaisquer outras entidades;
B	Verificar a qualificação profissional de cada um dos elementos da equipa, conforme previsto na presente lei;
C	Assegurar a adequada articulação da equipa de projecto em função das características da obra, garantindo, com os restantes membros da equipa, a funcionalidade e a exequibilidade técnicas das soluções a adoptar, dentro dos condicionamentos e dos interesses expressos no programa do dono da obra;
D	Assegurar a compatibilidade entre as peças desenhadas e escritas necessárias à caracterização da obra, de modo a garantir a sua integridade e sua coerência;
E	Actuar junto do dono de obra, em colaboração com os autores de projecto, no sentido de promover o esclarecimento do relevo das opções de concepção ou de construção no custo ou eficiência da obra, sempre que aquele o solicite ou tal se justifique;
F	Assegurar a compatibilização com o coordenador em matéria de segurança e saúde, durante a elaboração do projecto, visando a aplicação dos princípios gerais de segurança em cumprimento da legislação em vigor;
G	Verificar, na coordenação da elaboração dos projectos, o respeito pelas normas legais e regulamentares aplicáveis, nomeadamente as constantes de instrumentos de gestão territorial, sem prejuízo dos deveres próprios de cada autor de projecto;
H	Instruir o processo relativo à constituição da equipa de projecto, o qual inclui a identificação completa de todos os seus elementos, cópias dos contratos celebrados para a elaboração de projecto, cópia dos termos de responsabilidade pela sua elaboração e cópia dos comprovativos da contratação de seguro de responsabilidade civil dos termos do artigo 24;
I	Disponibilizar todas as peças do projecto e o processo relativo à constituição da equipa de projecto ao dono de obra, aos autores de projecto e, quando solicitado, aos intervenientes na execução de obra e entidades com competência de fiscalização;
J	Comunicar, no prazo de cinco dias úteis, ao dono da obra, aos autores de projecto e, quanto aplicável, à entidade perante a qual tenha decorrido procedimento de licenciamento, de autorização administrativa ou de comunicação prévia, a cessação de funções enquanto coordenado de projetos, para efeitos e procedimentos previstos no RJUE e no código de contratos Públicos, sem prejuízo dos deveres que incumbam as outras entidade, nomeadamente no caso de impossibilidade.

Ainda sob o contexto da legislação portuguesa, em 2014 foi homologada a Norma NP 4526 que orienta sobre serviços prestados pelo arquiteto e pelo arquiteto paisagista no âmbito da construção civil (CT 188(OA), 2014). Este documento sistematiza competências, obrigações e direitos aplicáveis a projetistas, gestores, fiscais, consultores, donos de obra e utilizadores finais. Essas competências não são regulamentadas pela NP4526, esta norma apenas as organiza sob o ponto de vista dos campos de ação e das relações entre elas. As

competências, portanto, seguem sob vigência da legislação em vigor. A organização do documento NP4526 ampara a elaboração de contratos de prestação de serviços entre os donos de obra e os arquitetos, organizando os serviços a partir de uma divisão do ciclo de vida do projeto, o qual é dividido em sete etapas, e os trabalhos em dois grandes grupos: serviços de projeto e serviços de certificação e gestão (Figura 14).

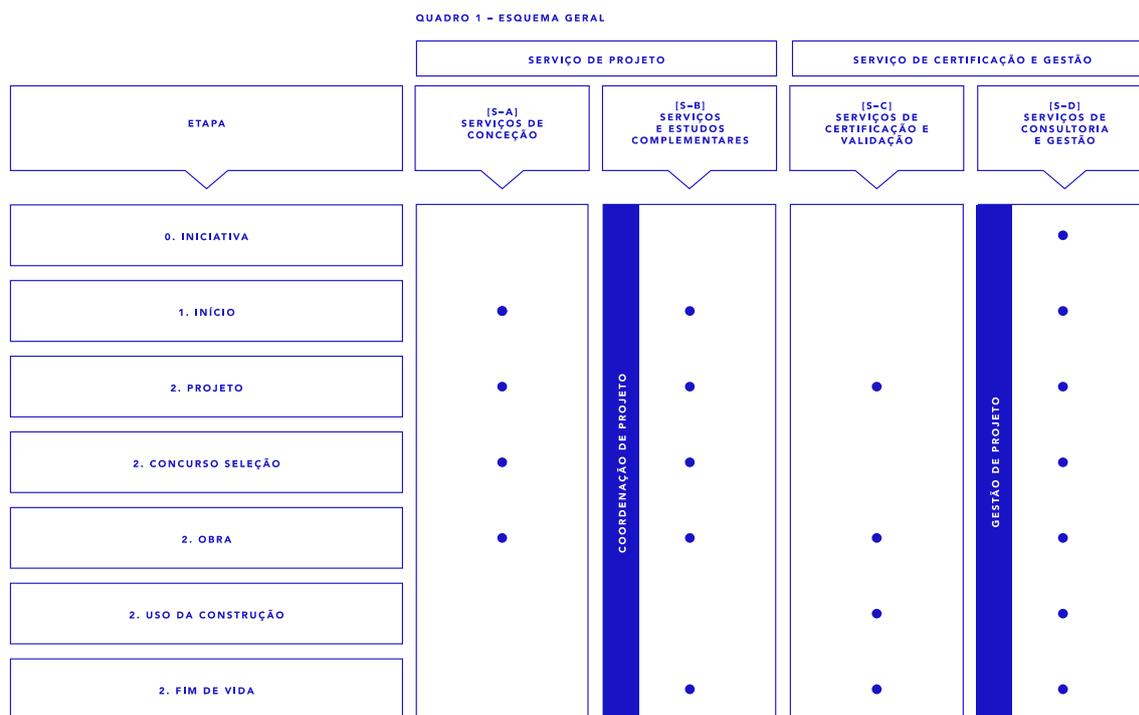


Figura 14- Serviços prestados pelo arquiteto segundo NP4526- adaptado de (CT 188(OA), 2014)

No âmbito da caracterização dos serviços num enquadramento português, é significativo registar que esta norma diferencia o serviço de coordenação de projetos e o de gestão de projetos, tendo o primeiro o objetivo de aferições técnicas dos projetos ao longo das fases do projeto, assim como as tarefas dos seus participantes e destes com os donos de obra. Já os serviços de gestão de projeto, são os atos que implicam gestão dos processos desenhados para atingir os objetivos propostos.

Contudo, torna-se necessário analisar a evolução deste profissional sobre entendimento legal português nas funções inseridas na atividade da construção, regulamentada a partir da definição de regras de acessos e permanência da atividade.

Em função desta investigação, as consultas feitas às documentações legais existente visaram compreender o panorama geral da função dos técnicos da construção e acompanhar as alterações e consolidação do profissional de arquitetura nas atividades da área. Para tal,

foram consultados os principais documentos sobre o tema publicados pelo Diário da República Portuguesa (Tabela 10).

Tabela 10: Documentação legal portuguesa

Ano	Data	Item	Assunto
1973	28 de fevereiro	Decreto nº 73 (Diário da República, 1973)	Qualificação dos técnicos de construção para projetos
1998	3 de julho	Decreto Lei nº 176 (Diário da República, 1998)	A Associação dos Arquitetos Portugueses passa a se chamar Ordem dos Arquitetos.
2004	9 de janeiro	Decreto-Lei nº 12 (Diário da República, 2004a)	Definição das regras de acesso na atividade
2008	29 de julho	Portaria n.º 701-H (Diário da República, 2008)	Aprova o conteúdo obrigatório do programa e do projeto de execução.
2009	3 de julho	Lei nº 31 (Diário da República, 2009c)	Estabelece qualificação profissional dos técnicos responsáveis pela elaboração de projetos, fiscalização e direção de obra (revoga o decreto de 73/73)
2012	3 abril	Portaria 119 (Diário da República, 2012b)	Habilitação de acordo com classes de valores de obra
2012	27 de maio	Declaração de Retificação (Diário da República, 2012a)	Correção do quadro de classes
2013	10 de janeiro	Lei nº 2 (Diário da República, 2013)	Estabelece o regime jurídico da criação, organização e funcionamento das associações públicas profissionais
2014	15 de maio	Norma Portuguesa 4526	Serviços prestados pelo arquiteto e arquiteto paisagista no âmbito da construção civil.
2015	1 de junho	Lei nº 40 (Diário da República, 2015a)	Primeira alteração da Lei nº 31 3 julho 2009
2015	3 de junho	Lei nº 41 (Diário da República, 2015b)	Estabelece o regime jurídico aplicável ao exercício da atividade da construção (revoga o decreto-Lei nº12/2004, de 9 de janeiro).
2015	16 de junho	Regulamento nº420 (Diário da República, 2015d)	Atos de engenharia por especialidade
2015	28 de agosto	Lei nº 113 (Diário da República, 2015c)	Primeira alteração ao Estatuto da Ordem dos Arquitetos
2018	14 de junho	Lei nº 25 (Diário da República, 2018)	Segunda alteração da Lei nº 31 3 julho 2009- Aprova o regime jurídico que estabelece a qualificação profissional

A atividade da construção é aquela que tem por objeto a realização de uma obra, englobando todo o conjunto de atos que sejam necessários à sua concretização; é uma atividade regulamentada e com habilitações definidas por leis. A sua regulamentação define critérios e conceitos sobre: obra, empreiteiro, categoria, classe, habilitação, título de registo, alvará, declaração de execução (Diário da República, 2004b). As habilitações profissionais são definidas a partir de qualificações exigíveis aos técnicos responsáveis pela elaboração dos projetos, direção de obra pública ou particular, condução da execução dos trabalhos das diferentes especialidades nas obras, dependendo da sua classe (Diário da República, 2009c).

No âmbito dos profissionais de arquitetura, a regulamentação das atividades é gerida pela Ordem dos Arquitetos (Diário da República, 1998, 2015c), e somente os inscritos podem, praticar atos próprios da profissão em território nacional (Diário da República, 2015c), nomeadamente a elaboração ou apreciação dos estudos, projetos e planos de arquitetura, assim como os demais atos previstos em legislação especial. Segundo as definições de exercício da profissão, os arquitetos podem também intervir em estudos, projetos e atividades de consultoria, gestão, fiscalização e direção de obras, planificação, coordenação e avaliação sobre edificação.

O exercício da profissão em obras públicas é autorizado em conformidade com a classificação da categoria da obra, as quais são classificadas em quatro categorias dependendo da maior ou menor complexidade do projeto (Diário da República, 2008) e dos trabalhos especializados (Diário da República, 2015a): categoria I compreende obras de natureza simples e que tenham algumas características dominantes: simplicidade de programa, elevado grau de repetição das partes, sistemas ou métodos de construção; na categoria II estão as obras de conceção simples, instalações e equipamentos sem complexidades específicas, pequeno grau de repetição das partes, solução de projeto e construção sem condicionamentos especiais de custos; na categoria III, as obras de programas funcionais com exigências especiais, instalações técnicas que necessitam estudo de soluções específicas e elaboradas, obrigatoriedade de pesquisa de várias soluções que conduzam a novos sistemas e métodos, obrigação especial de inovação técnica, obrigatoriedade de soluções que garantam contenção de custos. A categoria IV compreende obras com requisitos mais exigentes do que as anteriores ou que sejam dominantes a necessidade de pesquisa de soluções individualizadas.

Definidas as categorias, a qualificação profissional exigível aos técnicos pra cada uma é definida por lei (Diário da República, 2009c), em determinadas classes de obra (Diário

da República, 2004b, 2012b), que são os escalões de valores e trabalhos especializados (Diário da República, 2012a, 2015a) (Tabela 11); e que ilustra direitos e deveres dos autores, coordenadores, diretores de obra.

Tabela 11- Classes de habilitações- Retirado de: (Diário da República, 2012a)

Classes de habilitações	Valores máximos das obras permitidas (em euros)
1	Até 166.000
2	Até 332.000
3	Até 664.000
4	Até 1 328.000
5	Até 2 656.000
6	Até 5 312.000
7	Até 10 624.000
8	Até 16 600.000
9	Acima de 16 600.000

A partir da evolução da documentação legal que regista as qualificações exigidas, a participação e inclusão do profissional arquiteto é ilustrada de maneira crescente, apresentando uma conquista de espaços que nas documentações anteriores (Diário da República, 2009c) eram definidas como responsabilidade apenas das engenharias.

Alguns exemplos são utilizados para a ilustração desse panorama, como demonstrado na Tabela 12, a qual adapta a documentação sobre qualificações mínimas exigidas para a coordenação de projetos em obras públicas (Diário da República, 2015a) e mostra em quais tipos de obras a mão de obra do profissional de arquitetura é legalmente aceita a partir de 2015.

Para as atividades de direção ou fiscalização de obra cuja natureza predominante seja a obra de edifícios, é significativa a inclusão do arquiteto em diversos tipos de obra, com suas respetivas exceções, conforme demonstrado na

Tabela 13. Essa tabela adapta e reúne as inclusões do arquiteto para tal função de acordo com as publicações legais de 2015 e a sua respectiva revisão de 2018 (Diário da República, 2015a, 2018). A partir desses dados, nota-se o envolvimento do profissional de arquitetura em obras de pequeno, médio e grande porte, considerando suas exceções de exclusão.

Tabela 12: Qualificações para exercícios de coordenação de Projetos. Adaptado de: (Diário da República, 2015a)

Tipo de projeto a coordenar	Qualificações mínimas
Projetos em geral de obras de classe não superior a 4	Na medida que sejam qualificados para a elaboração de qualquer projeto na obra, em causa, nos termos da presente lei ou legislação especial: Arquitetos, Arquitetos paisagistas, Engenheiros, Engenheiros técnicos.
Projetos em geral de obras de classe 5 ou superior	... e tenham pelo menos 5 anos de experiência em elaboração ou coordenação de projetos: Arquitetos, Arquitetos paisagistas, Engenheiros, Engenheiros técnicos.

Tabela 13: Qualificações para exercício de direção de obra ou direção de fiscalização de obra.
Adaptado de:(Diário da República, 2015a, 2018)

Natureza predominante da obra	Qualificações mínimas
Edifícios classificados ou em vias de classificação, ou inseridos em zona especial ou automática de proteção, independentemente da classe de obra.	Inclusão também de: Arquitetos com, pelo menos, 10 anos de experiência, exceto em algumas obras como: demolição, estradas, pontes, túneis (e outras obras de infraestrutura), obras em edifícios com estruturas complexas que envolvam contenção periférica.
Outros edifícios, até a classe 6 de obra	Inclusão também de: Arquitetos com, pelo menos, 5 anos de experiência, exceto em algumas obras como: demolição, estradas, pontes, túneis (e outras obras de infraestrutura), obras em edifícios com estruturas complexas que envolvam contenção periférica.
Outros edifícios, até a classe 4 de obra	Inclusão também de: Arquitetos com, pelo menos, 3 anos de experiência, exceto em algumas obras como: demolição, obras em edifícios com estruturas complexas que envolvam contenção periférica.
Outros edifícios, até a classe 2 de obra	Inclusão também de: Arquitetos, exceto em algumas obras como: demolição, obras em edifícios com estruturas complexas que envolvam contenção periférica
Outros edifícios, até a classe 1 de obra	Inclusão também de: Arquitetos, exceto em algumas obras como: demolição, obras em edifícios com estruturas complexas que envolvam contenção periférica
Espaços exteriores	Inclusão também de: Arquitetos com, pelo menos, 3 anos de experiência (apenas nas obras até categoria III prevista no artigo 11º do anexo I da Portaria nº 701 H/2008, exclusivamente para: Jardins privados e públicos, padronização de ruas, áreas envolventes do Patrimônio Natural ou Cultural, espaços livres e zonas verdes urbanas, parques infantis, parques de campismo, enquadramento de edifícios de vária natureza, zonas polidesportivas, Loteamentos urbanos, zonas desportivas de recreio ou lazer, cemitérios. Enquadramento de edifícios para habitação, escolas, teatros, igrejas, hospitais, cinemas e outros; enquadramento de hotéis e restaurantes.

A inclusão do arquiteto também ocorre no âmbito dos projetos de engenharia específicos, conforme ilustrado pela Tabela 14, integrando o profissional em áreas tradicionalmente de engenharia, como obras hidráulicas. A mesma tendência é verificada nas atividades de condução de obra, como mostra a

Tabela 15, adaptação da lei 40 de 2015 (Diário da República, 2015a), a qual insere profissionais mais experientes em obras de grande porte.

Tabela 14: Qualificações para projeto de engenharia específicos- Adaptado de:(Diário da República, 2015a)

Tipos de projeto a elaborar	Qualificações mínimas
Obras hidráulicas	Inclusão também de: Arquitetos paisagistas (apenas projetos de obras de rega ou enxugo, sem obras de arte especiais).
Espaços exteriores	Inclusão também de: Arquitetos com, pelo menos, 3 anos de experiência (apenas nas obras até categoria III prevista no artigo 11º do anexo I da Portaria nº 701 H/2008, exclusivamente para: Jardins privados e públicos, padronização de ruas, áreas envolventes do Património Natural ou Cultural, espaços livres e zonas verdes urbanas, Parques infantis, parques de campismo, enquadramento de edifícios de vária natureza, zonas polidesportivas, Loteamentos urbanos, zonas desportivas de recreio ou lazer, cemitérios. Enquadramento de edifícios para habitação, escolas, teatros, igrejas, hospitais, cinemas e outros; enquadramento de hotéis e restaurantes.
Projetos de arquitetura paisagística	Arquitetos paisagistas.

Tabela 15:Condução de obras de classe 6 ou superior-Adaptado de: (Diário da República, 2015a)

Categorias	Subcategorias	Qualificações mínimas
Edifícios e património construído	Alvenarias, rebocos e assentamento de cantarias	Inclusão de: Arquiteto com, pelo menos, 10 anos de experiência até classe 9. Arquiteto com, pelo menos, 5 anos de experiência até classe 8. Arquiteto, apenas classe 6.
	Estuques, pinturas e outros revestimentos	Inclusão de: Arquiteto com, pelo menos, 10 anos de experiência até classe 9. Arquiteto com, pelo menos, 5 anos de experiência até classe 8. Arquiteto, apenas classe 6.
	Carpintarias	Inclusão de: Arquiteto com, pelo menos, 10 anos de experiência até classe 9. Arquiteto com, pelo menos, 5 anos de experiência até classe 8. Arquiteto, apenas classe 6.
	Trabalhos em perfis não estruturais	Inclusão de: Arquiteto com, pelo menos, 10 anos de experiência até classe 9. Arquiteto com, pelo menos, 5 anos de experiência até classe 8. Arquiteto, apenas classe 6.
	Instalações sem qualificação específica	Inclusão de: Arquiteto com, pelo menos, 10 anos de experiência até classe 9. Arquiteto com, pelo menos, 5 anos de experiência até classe 8. Arquiteto, apenas classe 6.
	Restauro de bens e imóveis histórico-artísticos	Inclusão de: Arquiteto com, pelo menos, 10 anos de experiência até classe 9. Arquiteto com, pelo menos, 5 anos de experiência até classe 8. Arquiteto, apenas classe 6.
Vias de comunicação, obras de urbanização e outras infraestruturas	Calcetamentos	Inclusão de: Arquiteto paisagista com, pelo menos, 10 anos de experiência até classe 9. Arquiteto paisagista com, pelo menos, 5 anos de experiência até classe 8. Arquiteto paisagista, apenas classe 6.
	Ajardinamentos	Inclusão de: Arquiteto paisagista com, pelo menos, 10 anos de experiência até classe 9. Arquiteto paisagista com, pelo menos, 5 anos de experiência até classe 8. Arquiteto paisagista, apenas classe 6.
	Infraestruturas de desporto e lazer	Inclusão de: Arquiteto paisagista com, pelo menos, 10 anos de experiência até classe 9. Arquiteto paisagista com, pelo menos, 5 anos de experiência até classe 8. Arquiteto paisagista, apenas classe 6.
Outros trabalhos	Armaduras para betão armado	Arquiteto, apenas classe 6
	Cofragens	Arquiteto, apenas classe 6
	Impermeabilização e isolamento	Arquiteto, apenas classe 6

	Caminhos agrícolas e florestais	Inclusão de: Arquiteto paisagista com, pelo menos, 10 anos de experiência até classe 9. Arquiteto paisagista com, pelo menos, 5 anos de experiência até classe 8. Arquiteto paisagista, apenas classe 6.
--	---------------------------------	--

O estabelecimento e aprovação em regime jurídico de algumas atividades foram registrados em 2018 pela Lei nº25 de 14 de junho (Diário da República, 2018), quando numa alteração da Lei nº31 de 2009 (Diário da República, 2009c) definiu que “os agentes técnicos de arquitetura e engenharia podem assumir as funções de direção de obra e direção de fiscalização de obra em obras de classe 4 ou inferior”. Nesse documento é organizado também a regulamentação da exceção para autorização de engenheiros como responsáveis técnicos por projeto de arquitetura.

Ainda sobre a Lei nº 25 de 2018, foram alteradas as qualificações mínimas exigidas para algumas categorias, descritas anteriormente na Lei nº41 de 2015 (Diário da República, 2015b) como sendo exclusivamente de engenheiros e/ ou com premissas de experiência, tais quais ilustradas na Tabela 16.

Tabela 16: Qualificações profissionais incluídas para a execução de empreitadas de obras públicas.
Adaptado de:(Diário da República, 2018)

Categorias	Subcategorias	Qualificações mínimas acrescentadas em 2018
Edifícios e patrimônio construído	Estrutura de betão armado	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 4.
	Estruturas metálicas	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 3.
	Estruturas de madeira	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 3.
	Alvenarias, rebocos e assentamento de cantarias	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 4.
	Estuques, pinturas e outros revestimentos	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 4.
	Carpintarias	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 4.
	Trabalhos em perfis não estruturais	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 4.

	Canalizações e condutas em edifícios	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 3.
	Instalações sem qualificação específica	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 4.
	Restauro de bens imóveis históricos- artísticos	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 4.
Vias de comunicação, obras de urbanização e outras infraestruturas	Vias de circulação rodoviária e aeródromos	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 4.
	Pontes e viadutos de betão	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 4.
	Obras de arte correntes	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 4.
	Saneamento básico	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 4.
	Ajardinamentos	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 4.
	Sinalização não elétrica e dispositivos de proteção e segurança	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 4.
	Obras hidráulicas	Obras fluviais e aproveitamentos hidráulicos
Instalações elétricas e mecânicas	Sistemas de extinção de incêndios, de segurança e deteção	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 2.
Outros trabalhos	Drenagens e tratamento de taludes	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 2.
	Armadura para betão armado	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 4.
	Reparações e tratamentos superficiais em estruturas metálicas	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 3.
	Cofragens	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 4.
	Impermeabilização e isolamentos	Agente técnico de arquitetura e engenharia (ATAE) até classe 4.

Coordenação de projetos

O processo de coordenação de projetos de construção civil é caracterizado por conflitos de interesses entre os inúmeros atores, decisões independentes, incertezas de projeto, rápidas mudanças tecnológicas e grande pressão para redução de tempo e custo dos empreendimentos. A falta de coordenação entre as disciplinas ilustra grande parte dos problemas na construção, tais como: instruções iniciais insuficientes, falha de comunicação, inadequação de conhecimento por parte dos projetistas, planejamento deficiente (Ballard & Koskela, 1998).

Em resposta a estes problemas, são desenvolvidas e aprimoradas novas práticas de gestão. Uma das mais significativas é que atribui ao projeto um papel importante, partindo do princípio de que o *design* deve produzir os requisitos a partir de uma identificação das necessidades do cliente e traduzir as respostas em termos de uma especificação de engenharia (Koskela, L. & Huovila, 1997). Essa teoria é assumida sob a forma de uma estrutura conceitual que analisa o processo do projeto a partir de três visões distintas: conversão, fluxo e geração de valor (Tabela 17).

O conceito de *Conversão* refere-se à interpretação dos requisitos do cliente e a sua resposta em forma de projeto, isto é, em material de engenharia que será executado para a fabricação do produto final. Para o planejamento da execução, são consideradas ações como a divisão das atividades em hierarquias conhecidas e gerenciáveis. O controle das atividades está relacionado à otimização desta divisão através de ferramentas de gestão, como a estruturação em forma de EAP (Estrutura Analítica do Projeto) para uma posterior verificação de caminho crítico das atividades, além da divisão de responsabilidades entre os atores do projeto para cada atividade identificada. Como prática de gestão, a visão de conversão dos requisitos do cliente em atividades para gerar um produto traduz-se em identificar e focar as energias de trabalho da equipa primordialmente no que precisa ser executado para atingimento do objetivo, que é o produto final.

A visão do projeto em *Fluxo de trabalho* consiste em entender as formas como a informação circula durante o projeto, tem como principal função a redução do tempo de transferência da informação, isto é, do desperdício em atividades não necessárias para o atingimento do objetivo final. Atua no projeto como uma ferramenta de integração através da visualização do contexto das atividades, possibilitando a diminuição das incertezas e envolvimento das equipas. Tem como objetivo a identificação de atividades desnecessárias para que essas, se realizadas, tenham pouco impacto no projeto.

O cliente é o objeto principal no processo de *Geração de Valor*, essa visão do projeto é baseada no atingimento dos objetivos através dos requisitos coletados na fase de *conversão*. Para o sucesso do funcionamento dessa estrutura adota-se como princípio a eliminação da perda de valor, ou o atingimento do máximo valor possível através de ferramentas que sistematizem e analisem de forma rigorosa a gestão dos requisitos, obtendo a máxima otimização. Atingir os objetivos do cliente é, portanto, a prática seguida para a atividade de *Geração de valor*.

Tabela 17 : Estrutura conceitual de gestão de projeto- Adaptado de: (Koskela, L. & Huovila, 1997)

	Conversão	Fluxo	Geração de valor
Caracterização do projeto	Transformar os requisitos em produtos	Fluxo de informação composto por conversão, inspeção, andamento e espera	Processo de criação de valor para o cliente através do cumprimento dos requisitos
Principais princípios	Decomposição hierárquica, controle e otimização da divisão de atividades	Eliminação de desperdício de atividade; redução de tempo	Eliminação da perda de valor
Métodos e práticas	Estrutura analítica do projeto (EAP), caminho crítico, matriz de responsabilidades	Rápida redução de incertezas, abordagem em equipe, ferramenta de integração, colaboração	Rigorosa e sistematizada gestão de requisitos, otimização
Contribuição prática	Ponderar o que precisa ser feito	Ponderar o desnecessário para que seja executado em pequena escala	Ponderar os requisitos do cliente para que sejam atingidos da melhor maneira
Nome sugerido para essa perspectiva	Gestão de atividades	Gestão de processos	Gestão de valor

Essa estrutura, organiza conceitos de gestão de processos de projeto e é utilizada, analisada e testada por diversos especialistas (Ballard & Koskela, 1998; Formoso et al., 1998), dentre eles, Formoso (Formoso et al., 1998), que relata uma tendência histórica de abordagem do projeto em fase pré produção, isto é, de finalização antes do início das atividades de construção. Porém, concordando com a estrutura sugerida por Houvilla (Koskela, L. & Huovila, 1997), abordando o *design* como o processo mais importante dos projetos, pois é o que define o que será construído, além de fazer conexões importantes com

outras interfaces de interesses e outros processos. Na mesma pesquisa, a estrutura é extrapolada através da consideração de outros fatores como: definição de profissionais responsáveis por cada atividade, o tempo necessário para execução das tarefas, reconhecimento de uma fase intermediária de aprovação e validação da conclusão das atividades, número de ocorrências e as suas subdivisões para uma gestão otimizada (Tabela 18).

Essa outra sugestão de estrutura propõe o desenvolvimento de uma interação maior entre os conceitos, concordando com uma das hipóteses traçadas por Koskella (Ballard & Koskela, 1998), de que na gestão de projetos, as necessidades de gestão decorrentes dos três pontos de vista (*conversão, fluxo e gestão de valor*) devem ser integrados, alinhados e equilibrados. Em apoio a essa ideia, há a observação da existência de pontos problemáticos na primeira estrutura, os quais seriam sobre sequenciamento não ser feito com integração entre as partes, ou da gestão ser feita de forma isolada e assim, o ciclo ser pouco percebido (Ballard & Koskela, 1998). Tais pontos são percorridos quando há a introdução de conceitos de interdependência, prazo entre as atividades e ainda na inclusão de responsáveis, correspondendo à expectativa de que a função da gestão das atividades de produção é ajudar a unidade de produção a fazer as melhores escolhas, além de manter sua sincronização (Ballard & Koskela, 1998).

Um exemplo de utilização da estrutura de gestão de projetos é a aplicação em casos de estudo em empresas reais como demonstrado por Tzortzopoulos (Tzortzopoulos & Formoso, 1999), que aplica a estrutura conceitual de gestão de processos de projeto alinhados à uma divisão dos processos em fases do empreendimento, tais quais: criação, viabilidade, design da estrutura, projeto esquemático, projeto legal, pomenorização de projeto, produção e monitoramento, feedback e operações.

A partir dessa segmentação foram analisadas e testadas as práticas de gestão como a divisão de responsabilidades com os profissionais: *project manager* (gestor do projeto), *design manager* (coordenador de projeto), gestor de compras, arquiteto, gestor de produção, projetista estrutural, projetista de instalações. Essa estrutura mostra a divisão tradicional dos processos, coloca em ação a prática de trabalho de Houvila (Koskela, L. & Huovila, 1997) que consiste em identificar e desconsiderar as atividades que se configuram como desperdício de tempo entre as transferências de informações durante o projeto.

Uma consideração importante desta pesquisa é sobre a relação de dependência direta dos resultados de geração de valor com a equipe de projetos. Através do desenho dos

processos, as atividades são descritas e as responsabilidades são definidas para cada profissional. Desta maneira, delega-se atividades em formatos de responsabilidade, e/ou execução e cooperação, fortalecendo a hipótese de necessidade de colaboração entre eles (Ballard & Koskela, 1998). Como resultados, tem-se as afirmações de que a geração de valor do projeto é estabelecida e influenciada através das condições de trabalho das equipas, da qualidade de gestão da informação transmitidas a elas, tanto *inputs* (informações de entrada) como *outputs* (informações de saída), nível de qualificação dos profissionais e a capacidade de trabalhar em colaboração. Considera-se uma boa equipa de projeto aquela capaz de transformar requisitos complexos, incertos e conflituosos, em soluções de projeto que executem um produto final adequado e gerem valor ao cliente (Tzortzopoulos & Formoso, 1999).

Tabela 18: Estrutura de gestão de processos de projeto. Adaptado de: (Formoso et al., 1998)

Critério	Etapa	Atividade	Operações
Produto	Todo o edifício, em diferentes níveis de detalhe (ex.: projeto esquemático)	Partes do edifício (ex.: seleção do sistema estrutural)	Parte menores do edifício, em relação às atividades (ex.: paginação de acabamento de paredes)
Sequência	Linear- tarefas dependentes Uma etapa começa quando a anterior é terminada e aprovada.	Linear- independente ou tarefas interdependentes. Pode haver sobreposição entre atividades.	Linear- independente ou tarefas interdependentes. Pode haver sobreposição entre operações.
Responsável	Envolve várias participantes	Envolve um pequeno número de participantes	Envolve geralmente apenas um desenhador
Tempo	Mensal	Semanal	Diário
Aprovação	Tende a ser formal e externa. As listas de verificação podem ser usadas para o controle.	Situação intermediária entre etapa e operação	Tende a ser informal e interna. Lista de verificação supor as tomadas de decisões.
Número	5 a 10	8 a 16	Variável
Subdivisão	É sempre subdividido	É frequentemente subdividido	Nunca é subdividido

Gestão e Coordenação BIM

Gestão da informação BIM, através das conexões e processos

A utilização da metodologia BIM está diretamente relacionada com a gestão de projetos, alterações de processos de trabalho e mudanças na estrutura técnica, pessoal e política de uma organização. O objetivo desta secção é compreender a relação dos novos processos com os processos tradicionais de uma maneira global. Fundamentado nisso, discorrer sobre as relações profissionais inerentes às novas relações de trabalho que a metodologia comporta.

As relações de alta e baixa da Indústria AEC nos últimos anos, juntamente com o crescimento em complexidade dos projetos e, conseqüentemente, o aumento de atores a serem geridos são pontos relevantes para a justificativa do desenvolvimento do BIM na indústria (Ahn et al., 2016b). Sendo o BIM uma metodologia de trabalho que envolve processos de projeto, o entendimento dos requisitos, isto é, das necessidades a serem implementadas ou geridas, torna-se necessário. Assim como numa estrutura de gestão de processos de projetos, converter as ideias do que é preciso fazer, aplicar as técnicas de fluxo de trabalho são importantes para gerar valor ao produto do projeto (Koskela, L. & Huovila, 1997).

A geração de valor no projeto, neste caso, são traduzidas como benefícios relacionados com a implementação BIM. Os ganhos promovidos pela metodologia estão associados à diversas áreas do projeto dependendo do seu uso, além da atuação em questões de projeto que são consideradas problemáticas como na visualização do projeto de construção evitando erros, retrabalho e conseqüentemente aumento dos custos de projeto (Tzortzopoulos & Formoso, 1999). Também se fazem sentir na produtividade promovida pelo fácil armazenamento de informações e rastreamento, melhoria na coordenação de documentos da construção, maior rapidez na entrega do projeto construído, a redução de custos e melhoria na eficiência operacional e na cadeia de suprimentos. (Redmond & Alshawi, 2018).

A lista de vantagens da utilização é extensa, conforme nos expõe Ahan (Ahn et al., 2016b) que aborda o BIM em toda a cadeia de produção e ciclo de vida de um projeto (planeamento, *design*, construção operação e demolição) e relaciona a cada uma delas, áreas de aplicações possíveis (Tabela 19).

Tabela 19: Áreas de aplicação BIM no ciclo de vida- Adaptado de: (Ahn et al., 2016b)

Ciclo de vida	Áreas de aplicação BIM
Planeamento	Visualização, estimativa de custos, cronograma, análise de site, programação, modelação das condições existentes, revisão de códigos legais
Design	Visualização, estimativa de custos, cronograma, análise de site, comunicação, marketing, revisão de projeto, análise de viabilidade construtiva, simulação energética, análise de otimização de projeto
Construção	Visualização, estimativa de custos, cronograma, análise de site, coordenação de projeto, comunicação, logística de site, pré-fabricação, suprimentos, processos legais, análise de recursos
Operação	Gestão de ambiente, gestão de ativos, análise de sistemas prediais, gestão de instalações
Demolição	gestão de demolição, planejamento e cronograma de demolição, reciclagem

Essa perspectiva de utilizar a metodologia com um foco (Tabela 21) é aprimorada em publicações de documentos da *indústria* que são usados como guias de boas práticas de implementação e utilização do BIM. Como ilustração, a publicação de estratégias de implementação e gestão aplicada a projetos horizontais e verticais (Massachusetts Port Authority, 2015), observa-se a divisão dos trabalhos através dos usos em oito categorias principais e subdivididos conforme ações suportadas pela tecnologia disponível (Tabela 20).

Tabela 20: Usos BIM- Adaptado de : (Massachusetts Port Authority, 2015)

Modelação das condições existentes	Modelação do site/modelagem de infraestrutura, modelagem do entorno, condições existentes/scaneamento a laser, condições interiores, análise geológica, análise do ambiente
Projeto de arquitetura e sistemas	Modelo de arquitetura, modelação de requisitos de espaços e circulação, projeto estrutural, sistema HVAC, hidráulica e incêndio, elétrica e sistemas de alarme, interiores
Análises e relatórios	Validação de programa de áreas e espaços, opções de projeto, modelação de programa de avaliação, teste de incompatibilidades, análise estrutural, modelação de espaço livre para manutenção, modelo de orçamentos, extração de quantitativos.
Sustentabilidade, energia, projeto leed análises	Modelo energético, estudos de luz natural, edifícios existentes/ modelação energética rápida, análise de climatização, relatório de certificação leed, análise de iluminação, sistema de análise de retrofit.

Revisão de projetos e coordenação	Sala de revisão de projetos, detalhamento digital/mockups, cronograma/BIM 4D, revisão de segurança de site, Projeto de canteiro, scaneamento na fase de construção, pré-fabricação de componentes do edifício.
Documentação, projetos e especificações	Produção de projetos de construção, coordenação de desenhos de fabricação, modelo as built, Construction
Comissionamento e Entrega	Entrega virtual, informação COBIE, comissionamento, Modelo de informação que suporte testes de riscos, modelo para manutenção e treinamento de manutenção.
Instalações	Modelos de avaliação, planejamento de espaços, gestão de movimentação, segurança, sistemas integrados.

Em concordância com necessidade de identificação dos usos, outras organizações como a *Pennsylvania University* dividem as possibilidades de uso BIM para indústria em outras vinte e uma categorias (State, 2010) e orienta a criação de um mapa pormenorizado dos usos selecionados. A pormenorização das descrições de cada uso é também suportado (State, 2010), assim como as definições de responsabilidades entre os projetistas, os elementos de modelação necessários para cada uso, os documentos produzidos a partir dessas atividades e os softwares necessários para execução. Desta forma, a compreensão da necessidade dos usos BIM fortalece a ideia de que identificar as áreas é o primeiro passo para compreender a escala e como se relacionam os processos de cada uma delas (Han et al., 2016).

Tabela 21: Foco BIM- Adaptado de: (Succar, 2009)

Modelação	Informação	Para construção virtual de exploração de possibilidades de cenários alternativos para detetar possíveis incompatibilidades para calcular custos de construção para gerir manutenção	Edifício
-----------	------------	---	----------

A visão dos processos BIM em diferentes áreas de atuação

Independente do foco pretendido para a utilização BIM no projeto, a gestão das informações para cada uma delas terá importantes interações com todos os campos de trabalho de um projeto. Como exposto em trabalhos relacionados significativos, dentre eles, Succar (Succar, 2009), as relações geradas pelas informações são complexas e envolvem os campos: político, processos e tecnológico. O campo de processos abrange todos os atores,

dentre eles os representantes da engenharia, arquitetura, compradores, fabricantes, arquitetos, gerentes de instalações e todos os outros envolvidos na Indústria AEC.

Nesse contexto, a partir da identificação de quais tarefas devem ser executadas, a resposta de como elas permearão o projeto é importante estar visível para todos os atores. Os usos potenciais, então, são organizados de acordo com uma sequência definida a partir de um mapa geral e as transferências de informações necessárias para o projeto são pormenorizadas (Figura 15) (State, 2010).

A lógica de organização do projeto em partes a serem trabalhadas facilita uma visualização do panorama total do objeto de estudo e permite o gestor do projeto aplicar outras técnicas de gestão de informação para o aprofundamento nas questões de melhoria de performance como, por exemplo, o *Lean Construction*¹⁵. A partir do mapa geral, as principais atividades de coordenação de projetos são percebidas e as definições de como as informações devem percorrer esse mapa são definidas. Aplicações utilizando a metodologia BIM em projetos complexos (Authority, 2015) demonstram a eficácia do mapeamento das atividades para a identificação de potenciais oportunidades para melhoria de desempenho do projeto através da identificação dos principais tipos de desperdício: falhas, espera, transporte inadequado da informação, super produção ou processamento de informação, informação desnecessária.

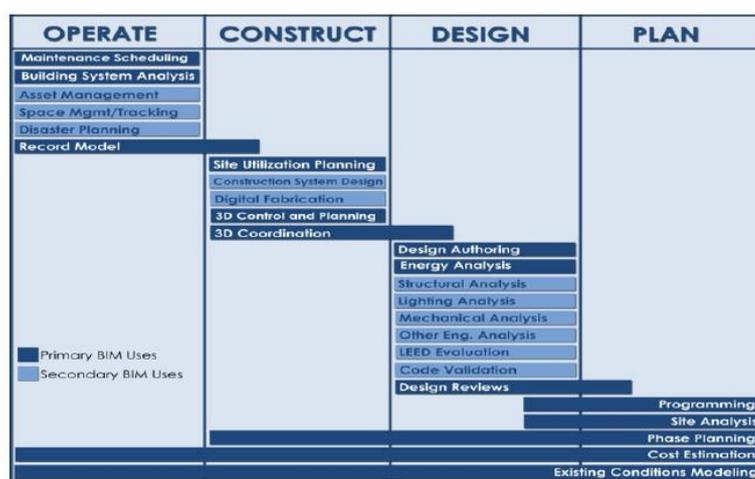


Figura 15: Processos Usos BIM- Adaptado de: (State, 2010)

¹⁵ Lean Construction é uma metodologia de trabalho que usa princípios do “pensamento enxuto” aplicado à construção civil. Busca redução de custos, prejuízos na construção e aceleração dos processos de trabalho.

O planeamento do mapa geral é, portanto, uma oportunidade de imersão no projeto para a identificação e organização dos requisitos em uma escala mais interna a cada disciplina, as quais formarão o modelo digital que suporta toda a informação.

Iniciativas de casos de estudo em diversas áreas acrescentam informações de utilização da metodologia BIM enquanto confirmam o funcionamento da teoria das conexões dos processos em distintos campos de utilização. Para as conexões de processos de Planeamento da construção (Li et al., 2017), se destaca a necessidade de elaboração de um cronograma que contemple requisitos específicos e pormenorizados do programa a ser executado, constatando que os processos de planeamento devem estar interligados e vinculados a cada estágio da construção tanto em progresso real, como no modelo digital. A fase de operações é ilustrada a partir da necessidade de interligar as informações do modelo digital aos requisitos do projeto durante a fase pós obra (Lin, Chen, Huang, & Hong, 2016). Considerar essas atividades e conectá-las através de definições de responsabilidades, criação de documentos e procedimentos faz parte da conexão dos processos BIM para essa finalidade.

A nomeação dos profissionais responsáveis pelos trabalhos a serem realizados está presente como item necessário de identificação para o funcionamento da metodologia BIM (Authority, 2015; BCA - Building and Construction Authority, 2013; State, 2010). As definições de responsabilidades variam de acordo com o tipo do projeto e relações de contrato entre os participantes, como na consideração de *BIM Manager* representante do construtor, ou *BIM Coordinator*, responsável pela gestão das disciplinas, ou BIM coordinator na função de gestão relacionadas a cadeia de materiais e suprimentos do modelo (Authority, 2015). Portanto, a identificação dos responsáveis pelas atividades se faz necessária para assegurar a transferência de informações durante os processos mapeados (Figura 16).

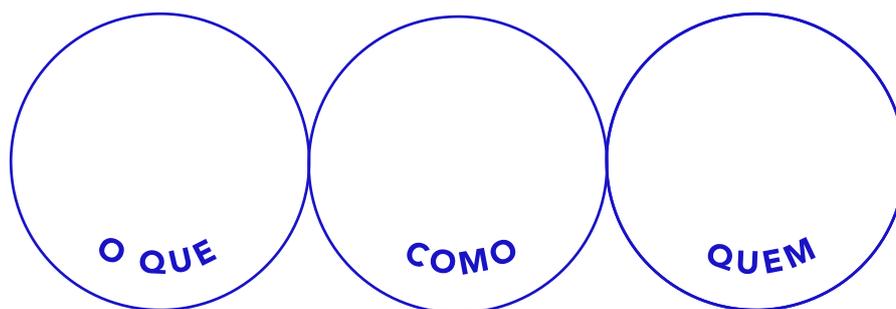


Figura 16: Processos BIM- Adaptado de: (BCA - Building and Construction Authority, 2013)

A atuação da colaboração como parte da gestão de informação do projeto

A transferência das informações na metodologia BIM depende do funcionamento colaborativo do projeto, baseado em tarefas executadas por membros das diferentes disciplinas e no tempo de execução onde, em algumas datas marco, os modelos devem ser coordenados permitindo envolver outras partes do projeto (BCA - Building and Construction Authority, 2013). Cada uma das tarefas deve ser realizada de acordo com um planejamento específico visando o objetivo mútuo (BSI, 2013), resolver conflitos antecipadamente para evitar trabalhos e atrasos na construção (BCA - Building and Construction Authority, 2013).

A necessidade de adaptação da construção civil ao ambiente colaborativo é uma tendência fomentada pela inclusão da metodologia BIM nos processos de produção e isso é ratificado com a publicação de normas internacionais, como por exemplo BS1192:2007+A2:2015, ou PA1192-2:2013 (British Standards Institution (BSI), 2015; BSI, 2013), ambas superadas pela ISO19650 (International Organization for Standardization (ISO), 2017), a qual descreve as relações entre as decisões durante um projeto colaborativo, demonstrando como a transferência das informações devem ser feitas e como se comportam durante todo o ciclo de vida do projeto e em toda a cadeia de produção.

Num ambiente colaborativo, a informação é produzida através da utilização de padrões, processos e métodos acordados para a garantia da manutenção da forma e da qualidade do produto (BSI, 2013). Para tal é fundamental o planejamento desse fluxo (Figura 17), garantindo que as informações sejam utilizadas sem alterações ou interpretações diferentes do acordado. Complementarmente, para o bom funcionamento do sistema, é necessário que este seja seguido por todos os participantes no projeto, exigindo uma relação de compreensão e confiança entre o grupo.

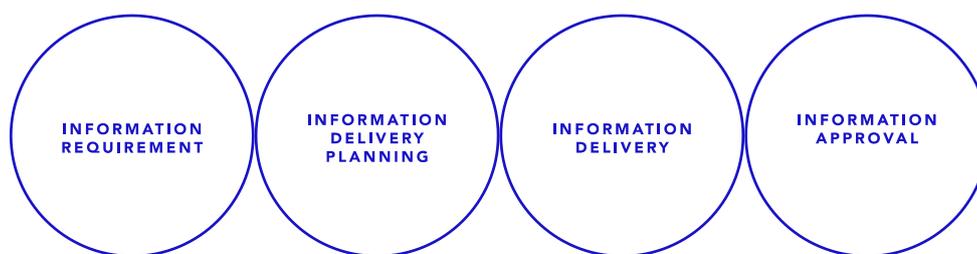


Figura 17: Transferência de informação- Adaptado de:(International Organization for Standardization (ISO), 2017)

Clareza na definição dos papéis que cada profissional desempenha no projeto, isto é, as suas responsabilidades, sua autoridade hierárquica nas decisões e não menos importante, o escopo da sua parte a ser entregue, são aspetos primordiais para a gestão das informações (International Organization for Standardization (ISO), 2017). Essas atribuições devem ser incorporadas às obrigações mais gerais (State, 2010) para que se verifiquem e se planejem as relações que elas terão entre si.

As relações de processos entre as atividades do projeto permitem diversos vínculos entre os participantes e a função da gestão BIM é persuadi-los, interna e externamente, a trabalharem em colaboração no modelo digital (Fridrich & Kubečka, 2014b). Isso tem como consequência a interação em cadeia tanto dos problemas como dos benefícios. Consequentemente, permite gerir os atores do projeto, encontrar os principais objetivos para auxiliar nas disputas de interesse, sendo um fator importante da coordenação de projetos.

Uma alternativa para essa questão será a utilização de *standards* e documentos que estabeleçam a padronização dos requisitos do projeto, esclarecer e determinar regras para o uso do modelo e expectativas de cada parte facilita a comunicação entre técnicos e não técnicos, conduzindo a uma efetiva comunicação de ideias complexas, além de auxiliar na visualização do âmbito de trabalho (Singh et al., 2018).

Estabelecer uma língua comum entre as partes é uma operação relevante na coordenação da informação, porém, há questões práticas e internas ao processo de colaboração quando se trabalha com o modelo digital e que exigem atenção. As dificuldades geradas pela falha na comunicação em pontos específicos do projeto que resultam na ineficiência de mecanismos para o trabalho colaborativo são argumentos para a criação de métodos de trabalho.

O método de trabalho BIM deve considerar que um processo BIM típico, envolve um modelo digital de cada disciplina, coordenado através de permuta de dados, da participação das equipas na gestão das questões de incompatibilidades e melhorias de projeto, o congelamento do modelo para validação e registo das alterações (BCA - Building and Construction Authority, 2013). Durante esse processo, recomenda-se o registo contínuo das incompatibilidades encontradas através da utilização e uma plataforma comum de comunicação (BCA - Building and Construction Authority, 2013).

O modo de operacionalizar o modelo, é um tópico abordado pelos guias de boas práticas e publicações de estudo de caso, indicando como deverá ser atribuída a utilização por parte dos atores dos projetos. As recomendações são descritas desde o momento da sua

estruturação como projeto técnico, com a distribuição de limites para as disciplinas, organizações gerais e particulares de nomenclatura e funcionamento dos diversos elementos do projeto (COBIM, 2012a), até à interoperabilidade entre modelos das diferentes disciplinas através da gestão da plataforma colaborativa que contém os projetos em “*work in progress*”, isto é, em andamento e em revisão pelas equipas. São ainda, abordadas as regras de divisão em projetos federados¹⁶ que dão suporte aos usos BIM e que em conjunto formam o modelo completo utilizado para análise e validação do programa, além das análises de incompatibilidades, análises energéticas, de onde extraem-se os relatórios de gestão (Authority, 2015).

Casos de estudo em teste de colaboração abordam a necessidade de alinhamento de expectativas, de estratégias de modelação que invistam no detalhamento das definições do tipo de ativo a ser construído, nas definições iniciais, nos objetivos finais do cliente, considerados pontos de atenção e diferenciação entre projetos e que afetam a colaboração das equipas (Gegana & Agirachman, 2017). A validação de cada etapa durante o processo colaborativo (Lin & Yang, 2018), visa contornar alguns pontos problemáticos, tais como: a falha da gestão do modelo digital, as dificuldades de compartilhamento e notificação das alterações relevantes, a falta na inspeção do modelo, a falha no controle de revisões de projeto, a exclusão do modelo na fase de colaboração. A criação de uma *framework* dividida em fases de atuação: planeamento inicial, criação, inspeção, integração do modelo com as atividades específicas em cada ponto no tempo, além das relações de dependência entre elas é um exemplo de coordenação de projeto trabalhando através dos processos BIM. As definições de responsabilidades de cada participante do projeto de acordo com sua área de atuação ilustram a organização do processo e definem novas relações de trabalho.

A ilustração proporcionada pelos casos de estudo, retoma as orientações propostas pela normatização ISO19650 (International Organization for Standardization (ISO), 2017), onde alguns princípios para a transferência das informações são definidos, tais como: a importante etapa de validação da informação a ser distribuída; o fornecimento de requisitos de informação claramente definidos pelo operador do ativo, tanto no nível estratégico, como no nível tático; a avaliação da capacidade de operação dos participantes em entregar o contratado; a promoção de um ambiente de gestão para armazenamento da informação; a

¹⁶ Projetos federados: divisão dos modelos em disciplinas específicas e reunidas no modelo comum através de links.

garantia da interoperabilidade dos modelos em softwares diferentes; a proteção dos modelos contra acesso não autorizado e perda de informações por degradação ou obsolescência.

Desta forma, o processo de colaboração necessário para o funcionamento da metodologia BIM, atingimento dos benefícios como menos atraso, redução nas disputas entre participantes e melhor gestão de riscos (BSI, 2013), confronta com o modo comum de organização da construção civil, onde a delegação descentralizada de responsabilidades gera uma independência organizacional e operacional que impede a comunicação entre os projetos (Gluch, 2009).

Tipos de contrato e a gestão da informação

Conforme exposto, a utilização da metodologia BIM envolve toda a cadeia de produção e em consequência depende do modelo de negócio utilizado pelas organizações, isto é, do tipo de contrato utilizado para fixar as responsabilidades entre proprietário, projetistas e construtor. As possibilidades de contratação são diversas e se diferenciam pelo tipo de envolvimento que as partes têm durante as fases do projeto e pelas responsabilidades que assumem. O método mais comum de licitação da construção civil é o *Design Bid Building (DBB)*, nele a escolha do construtor é feita pela menor oferta (Authority, 2015) e a relação com as equipas de projeto são feitas separadamente (Figura 18). A relação contratual se estabelece sem vínculos entre quem projeta e quem constrói, sendo o centro do contrato, o proprietário contratante. Esse tipo de relação estabelece que o atingimento dos objetivos e metas do projeto sejam concretizadas através de entregas em datas específicas para cada subcontratado, criando barreiras de comunicação entre o construtor e os projetistas. Comunicações essas, que seriam vantajosas para o projeto (Eastman et al., 2011). A falta de colaboração entre as partes implica em problemas de gestão, já que não há conexão entre as informações de requisitos do construtor, e a resposta a isso sob a forma de projeto. Essa relação descompassada de informações gera a desvalorização dos trabalhos das equipas de projeto, já que esses não são capazes de produzir informações suficientes para todos os requisitos do construtor, justamente por falta de informação. O construtor, por sua vez, por não receber os projetos como precisa, investe na produção da informação ausente, gerando retrabalho e gastos com o que poderia ter sido evitado. Esse formato de contratação descentralizada e desconexa, dificulta a utilização da metodologia BIM que depende do modelo, mas pode ser utilizado em contrapartida, na execução de modelos monofásicos, ou seja, para um único momento de utilização, ou, para um único uso. Por exemplo, para análise

energética, planeamento das atividades, documentos de fabricação ou construção (BCA - Building and Construction Authority, 2013).

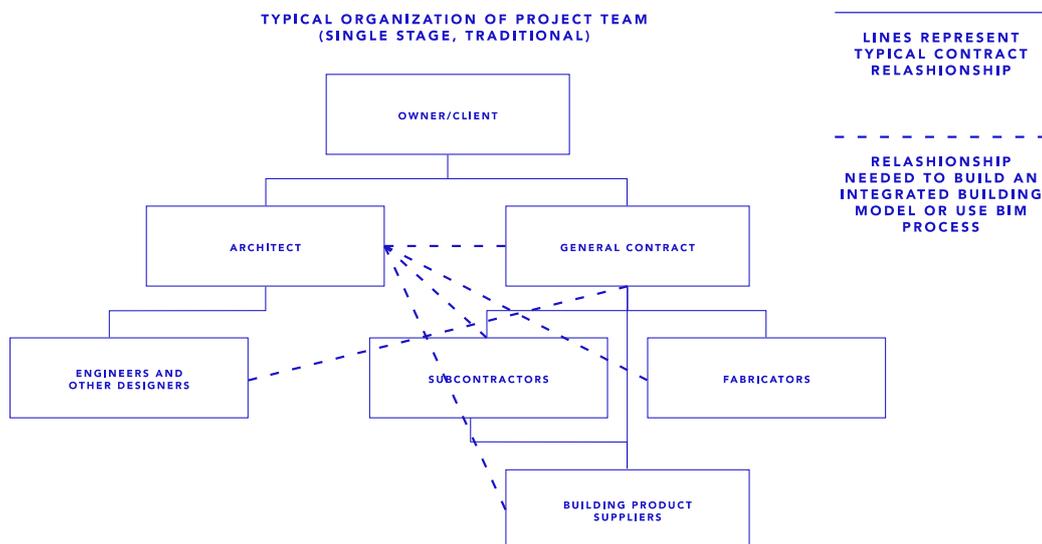


Figura 18: Organização Design Bid Building - Contratação tradicional de projetos- Adaptado de:(Eastman et al., 2011)

Uma outra forma de contratação é o *Design Build (DB)*. Nessa relação entre proprietário, projetistas e construtor, as informações são transferidas de forma mais conexa, permitindo que o construtor tenha responsabilidades sobre os desenhos de construção e fabricação (BCA - Building and Construction Authority, 2013). A relação contratual se dá entre duas partes: o proprietário e outra organização, sendo que esta tende a ser composta pelo construtor e a equipa de projetistas. Essa relação abre oportunidades para a troca de informações e interação entre disciplinas no início do projeto, encurtando o tempo de construção e gerando maior confiabilidade nas decisões construtivas, assim como na fiabilidade ao cronograma de projetos (Eastman et al., 2011). O *Design Build* permite a conexão entre a construção e o projeto e desta maneira oferece a oportunidade para se estudar o projeto pela ótica dos processos de trabalho, permitindo a aplicação de técnicas de gestão que visam melhoramento da performance (Authority, 2015). Desta maneira, criam-se oportunidades de aperfeiçoamento em todas as fases do projeto com foco nas entregas para o produto final, em detrimento de entregas parciais que geram produtos específicos para partes do projeto.

Os contratos em forma Colaborativa, também chamados de *Integrated Project Delivery* (IPD) são organizados de forma a estabelecer relações que dependem das alianças e do relacionamento do proprietário e as outras organizações (projetistas, construtores, fabricantes). Nesse tipo de contrato, as relações de processos de trabalho apresentam-se de forma sobrepostas desde a definição dos requisitos, gerando maior envolvimento do proprietário, o qual estipula metas e objetivos vinculados à incentivos para que todos os atores participem ativamente das decisões e melhorias do projeto. Sendo essa colaboração e compartilhamento de riscos, a principal diferenciação do projeto colaborativo com o *Design Build* (Eastman et al., 2011).

As relações de transferência de informação são diferentes nos três tipos de contratos mais usuais da construção (DBD, DB e IPD), isso se deve ao envolvimento maior ou menor das equipas na construção do modelo colaborativo, influenciando no tempo de planeamento das informações e consequentemente no tempo da execução total do produto (Figura 19). Conforme referido por Eastman (Eastman et al., 2011), a diferença de tempo entre o DB e o projeto colaborativo não é significativa, porém revela-se ser mais benéfico para o projeto o envolvimento antecipado de um maior número possível de atores no projeto.

Todas estes modelos de contratação envolvem diferentes tipos de responsabilidades e de funções das equipas, exigindo também o planeamento e definição antecipada da equipa de projeto por ambas as partes: proprietário e construtor. Consequentemente, as figuras de *BIM manager*, *BIM coordinatore* emergem como sendo cruciais para o desdobramento do projeto (Authority, 2015).

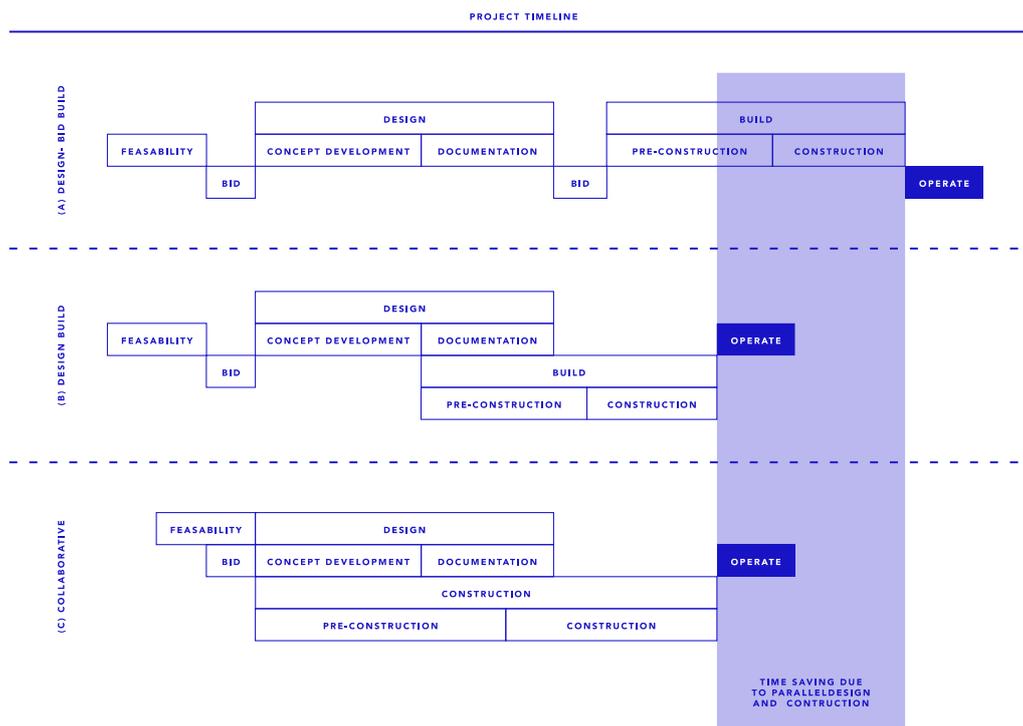


Figura 19- Processos de projetos nos diferentes tipos de contrato- Adaptado de:(Eastman et al., 2011)

2.7. Educação BIM

Rede de conhecimento como forma de avaliar o panorama BIM

Educação

As aplicações BIM no campo educacional têm-se tornado mais populares nos últimos anos, fruto das necessidades da indústria em absorver profissionais qualificados e preparados para atender às novas demandas. Com a intenção de compreender o panorama do BIM na educação, foi realizada uma revisão da bibliografia sobre o tema, que abrangiu o estudo sobre a estruturação da rede de conhecimento existente e como os seus agentes se interrelacionam (autores, co-autores, canais de publicação).

A revisão das publicações é o resultado de uma análise bibliométrica realizada a partir do cruzamento de palavras chave, que gerou um catálogo de documentos que foram mapeados e visualizados recorrendo ao VOSViewer¹⁷. Esta análise faz parte da estratégia metodológica da tese e foi publicada na íntegra em 2020 (Mizumoto & Oliveira, 2020a) e parte da análise qualitativa dos seus resultados surge incorporada nesta secção.

¹⁷ VOSViewer-Software para mapeamento e análise de rede de bibliometria.

O mapeamento do conhecimento sobre a matéria resultou em um esquema de temas que representam os assuntos de maior interesse entre os especialistas e se refletem em suas publicações, conforme ilustra a Figura 20. A visualização deste mapa permite compreender oito grupos temáticos relacionados principais, os quais por sua vez, possuem ligações mais ou menos relevantes no seu interior. As interligações foram organizadas de modo a distribuir os temas em três níveis hierárquicos: 1º nível: BIM Educação, 2º nível grupos de maior interesse, 3º nível: subtemas. Dos resultados, extraem-se oito grupos de temas que se relacionam em maior intensidade com assuntos mais específicos (Tabela 22). A partir desse resultado e da métrica utilizada pelo software de mapeamento, pode-se dividir o 2º nível em: *1: Building Information Modeling, 2: BIM, 3-Design, 4: Implementation, 5-Technology, 6-Information, 7-Construction, 8-Methodology*. O 3º nível organiza os subtemas relacionados, gerando novas possibilidades de abordagem para aprofundamento das especialidades.

Outro ponto importante para o entendimento do assunto é o reconhecimento de quais são as Instituições de ensino consideradas relevantes para o tema BIM Educação, conforme ilustra a Tabela 23, resultando do mapeamento das publicações mais expressivas em número de citações. O mesmo processo foi realizado com a documentação publicada, sendo que a Figura 21 representa os principais autores relacionados com tema BIM Educação. A partir da recolha e organização dos dados sobre o assunto, surge a possibilidades e a oportunidades de realizar a análise qualitativa desses documentos.

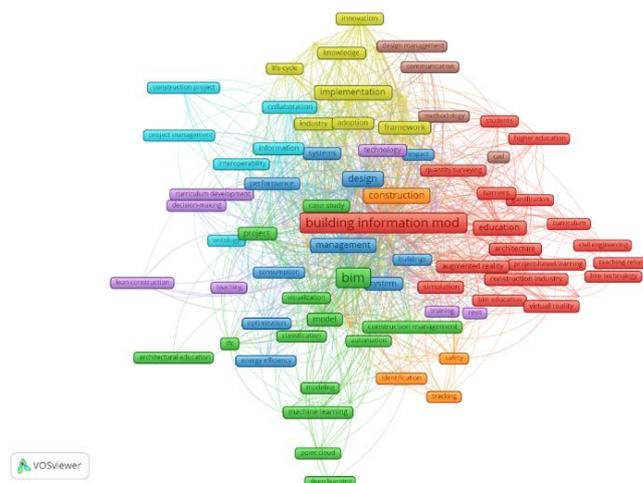


Figura 20-Estrutura dos temas

Tabela 22 Temas divididos em níveis

Nível 1: BIM Educação		
Grupos	Nível 2	Nível 3
1	building information modeling	Education, simulation, augmented reality, architecture, barriers, construction industry, students, sustainability, gamification, virtual reality, higher education, curriculum, quantity, surveying, civil engineering, engineering education, project-based learning, bim education, bim technology, teaching reform
2	bim	Model, project, construction management, visualization, ifc, automation, case study, machine learning, classification, photogrammetry, modeling, reconstruction, point cloud, laser scanning, deep learning, architectural education
3	design	Management, system, performance, systems, impact, buildings, optimization, consumption, prefabrication, energy efficiency
4	implementation	Framework, challenges, adoption, industry, innovation, integration, knowledge, life cycle, construction projects
5	technology	university, construction education, teaching, decision-making, Revit, training, curriculum development, lean construction
6	information	Collaboration, cost estimation, interoperability, ontology, construction project, project, management
7	construction	facilities management, safety, requirements, identification, tracking
8	methodology	design management, communication, cad

Tabela 23 Universidades relevantes

Clusters	Universities	Weigh citation
1	Hong Kong Polytechnic University	116
2	Virginia Tech	111
3	University of Helsinki	102
4	Curtin University	84
5	Delft University of Technology	52
6	Chung-Ang University	52
7	California State University- Fresno	44
8	Penn State University	40
9	City University of Hong Kong	39
10	National University of Singapore	28

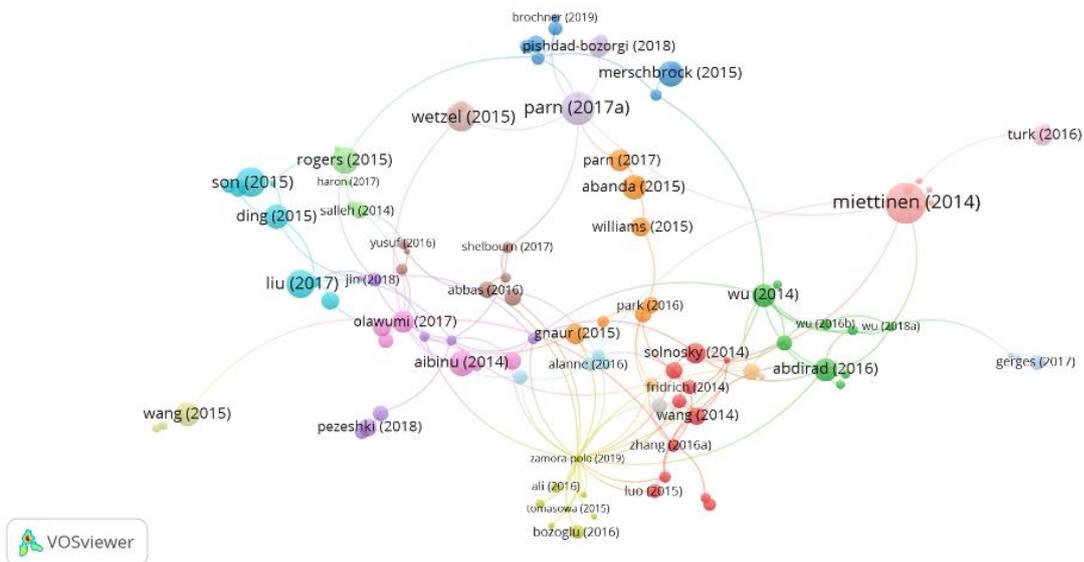


Figura 21 Autores mais expressivos

Tabela 24 Documentos mais expressivos

label	cluster	weight<Citations>
solnosky (2014)	1	16
abdirad (2016)	2	24
merschbrock (2015)	3	29
pezeshki (2018)	5	12
son (2015)	6	43
abanda (2015)	7	28
abbas (2016)	8	10
aibinu (2014)	9	31
miettinen (2014)	10	102
rogers (2015)	11	34
gerges (2017)	12	8
wang (2015)	13	25
parn (2017a)	14	59
sampaio (2015)	15	7
alanne (2016)	15	7
wu (2016a)	16	9
wetzel (2015)	17	43
turk (2016)	18	17
leite (2016)	19	8

Análise qualitativa da rede de conhecimento BIM Educação: temas e organizações da matéria na atualidade

Conforme exposto, a análise preliminar da rede de conhecimento foi realizada de forma quantitativa. Através da elaboração de mapas específicos sobre a estrutura foi possível realizar uma análise qualitativa da seleção de publicações referentes ao tema. O objetivo desta análise foi compreender quais são e como estão organizados os documentos que compõem essa estrutura. Para tal, o mapa ilustrado pela

Tabela 25 representa os documentos de maior relevância sobre a matéria, onde as suas inter-relações se distribuem-se por dezanove grupos, os quais foram analisados qualitativamente a fim de verificar o modo como os autores abordam a teoria e compreender a forma como a prática do ensino do tema BIM é explorada em casos de estudo.

Como ponto inicial expõe-se a observação de uma significativa demanda pelo aprofundamento do tema BIM Educação e a divisão em grupos é o reflexo da diversidade expressiva nas formas de abordagem ao tema.

BIM Educação sob a ótica de métodos de ensino, percepção dos alunos, ciclo de vida e módulos de ensino

No âmbito do *Cluster 1* da tabela 25, pode observar-se um enquadramento dos documentos em uma abordagem sobre métodos de ensino BIM em diferentes situações, tais como estudos de caso sobre a necessidade de inserir o BIM como uma ferramenta também de coordenação de projetos (Fridrich & Kubečka, 2014a), demonstrando na prática aos alunos as alterações de processos que o uso das ferramentas BIM proporciona. Ainda sobre processos, o ensino de colaboração entre equipas é orientado através de métodos que expõem aos alunos as possibilidades de colaboração virtual. A colaboração é estimulada por meio da implementação de plataformas colaborativas e o desenvolvimento da comunicação é praticado transversalmente em realidade virtual (T.-H. Wu et al., 2019).

A criação de métricas para avaliação das novas disciplinas e desenvolvimento dos alunos sobre as ferramentas BIM é também um foco relevante, demonstrado através da criação de módulos de ensino que utilizam ferramentas orientadas para a sustentabilidade da construção e que são inseridas nos programas educacionais através de aulas práticas com interação entre os alunos (Luo & Wu, 2015). Verifica-se que a criação de módulos de ensino voltados para as ferramentas BIM é uma prática nas Instituições de ensino, mas revela-se ser necessário uma abordagem orientada para a identificação das insuficiências de aprendizado dos alunos no que corresponde às reais atividades profissionais onde essas ferramentas serão utilizadas. Nesse campo destacam-se as investigações que contam com o contributo direto da indústria (Zhang, Schmidt, et al., 2016), originando módulos de ensino baseados nas prioridades reais de um currículo comprometido em atender ao mercado da construção.

No *Cluster 2* identificam-se métodos de pesquisa que abordam a educação de modo a avaliar a percepção dos participantes, ou seja, dos alunos ou dos profissionais envolvidos. Apresenta-se nessa categoria a visão de alunos sobre a implementação de um módulo

curricular (Maina, 2018), identificando barreiras e vantagens, além da avaliação dos alunos sobre a percepção e comportamento a partir de módulos práticos. A prática, neste caso, realizada por meio da utilização de softwares como conteúdo integrado à grade curricular, ou extra curricular (Hu, 2019).

Para além de estudos sobre a estrutura pedagógica, é significativo o interesse em compreender e validar as informações sobre os contextos de aplicação BIM, no intuito de que esses materiais possam ser utilizados na formação de profissionais. A produção dessa estrutura teórica é exposta em forma de estudos baseados em métodos participativos diversos, tais quais *Focus group*, inquéritos e *Método Delphi* para a métrica das pesquisas.

Essas estruturas são apresentadas em forma de *framework* de ensino, formando um conjunto de informações validadas para unificar conceitos. Um trabalho relevante será a publicação de uma *framework* multidimensional onde, a partir da criação de uma estrutura de conceitos BIM, se identificam as competências necessárias para a execução das atividades BIM em determinados campos de interesse (W Wu et al., 2018a, 2018b). Capacidades essas que necessitam ser exploradas no âmbito também das disciplinas complementares, como os projetos de instalações (mechanical, electrical, plumbing- MEP), fazendo-se necessário o aprofundamento de técnicas pedagógicas que desenvolvam as habilidades dos alunos relacionando MEP, custos e gestão (Zhang et al., 2018). Os resultados dos participantes das aulas ou dos casos de estudos referidos são importantes para compreender a maturidade BIM que está sendo trabalhada, sendo uma preocupação desenvolvê-la de acordo com casos reais da construção. Para tal, emerge a possibilidade de trabalhá-la a partir do método *project based learning* com a participação da indústria e criação de uma base de avaliação, ou *framework* que estabeleça vínculo do crescimento da qualidade dos trabalhos, de acordo com o que foi proposto no projeto e o tempo exigido para o alcance dos resultados (W Wu & Luo, 2016).

O *Cluster 3* é interpretado pela relação com assuntos referentes à difusão da colaboração para atender ao ciclo de vida do projeto. Difusão esta que aborda temas em casos de estudos sobre o trabalho colaborativo na indústria (Merschbrock & Munkvold, 2015), fazendo menção à teoria da difusão da inovação (E. M. Rogers, 2003). A colaboração é um dos processos BIM essenciais e como tal, para a sua plena utilização e implementação no contexto de um projeto em equipa, será necessário ensiná-la e treiná-la, sendo esse o foco deste grupo de documentos.

O assunto é abordado ainda sob a perspectiva de projetos de *retrofit*¹⁸ orientados para a sustentabilidade (Bu et al., 2015), ou a pesquisa acerca de projetos de MEP que utilizam ferramentas de coordenação BIM como a *clash detection*, a qual, por essa ótica, pressupõe o assumir do processo colaborativo para funcionar. Além destes temas, um outro assunto abordado se refere à colaboração e coordenação BIM no *pós obra* (Brochner et al., 2019), nomeadamente os processos de *facilities management*¹⁹. Ainda sobre o tema do *pós obra*, discutem-se os processos de gestão da manutenção como forma de concluir o fechamento do ciclo de um projeto.

A literatura é exposta de maneira organizada afim de identificar as abordagens até então em falta na indústria (Roberts et al., 2018), identificando os principais temas como a imprecisão e interoperabilidade de dados, propriedade intelectual e virtual dos projetos para serem utilizados na fase de operação, os treinamentos e requisitos mais importantes. Não menos importante, os casos de estudo são abordados de maneira a demonstrar as influências externas (governamentais), internas (experiência em projeto) que interferem na manutenção dos ativos construídos e nas informações relevantes a serem inseridas nos modelos (Lindkvist, 2015).

O *Cluster 4* está relacionado ao tema da criação de módulos de ensino específicos para BIM, ou, como já referido, sob a forma de uma *framework* que reúna as informações a serem ensinadas de maneira organizada. Os exemplares deste grupo reconhecem a contribuição da literatura existente que aborda estudos de caso, mas adicionam a necessidade de alteração do currículo acadêmico considerando as novas ferramentas e particularidades BIM. Isso é demonstrado através de sugestões de módulos que se inserem no currículo acadêmico existente (Hjelseth, 2015a; Rodriguez-Rodriguez & Davila-Perez, 2016); em currículos que focam construir uma conexão com a indústria através da colaboração (J Bozoglu, 2016; Snyder, 2015); ou em investimento em temas específicos como para melhoria da percepção de extração de materiais, custos e planejamento, temas que surgem tanto na pré construção, quanto na pós construção (Ali et al., 2016).

Dentre estes, observa-se a inclusão de métodos de ensino como o *project based learning*, aliado ao *blended learning* no ensino de estimativa de custos BIM (Y.-W. Wu et al., 2016) como estratégia para a organização de um módulo de ensino novo. Para além da

¹⁸ Projeto aplicado a renovação de edifícios existentes.

¹⁹ Facilities Management, termo que se refere à gestão dos ativos construídos.

criação, aborda-se a organização destes módulos de acordo com teorias BIM já validadas (Succar, 2009), que é o caso da organização de um método que acumule funções de abordagem pedagógica, nível de integração e competências a serem trabalhadas (Zamora-Polo et al., 2019). Os módulos criados são expostos em formato de casos de estudos aplicados e coloca-se em discussão também a importância da avaliação dos alunos sobre esse aprendizado (Tomasowa, 2015).

A validação por caso de estudos, atmosfera BIM, interação e avaliação do status atual na educação BIM

Apesar do método de avaliação por casos de estudos de aplicação BIM em Universidades não ser uma singularidade, a presença desse tipo de análise aparece como ponto importante e relevante no *Cluster 5*. Neste grupo são apresentadas pesquisas validadas em salas de aula como *framework* BIM para ensino de projeto de estruturas, valorizando a visão não apenas exata do profissional ao desenvolver um projeto (Nawari, 2015), são expostos também exemplos de implementação em curso de engenharia e arquitetura a partir de uma visão geral da estrutura curricular e ao enquadramento do BIM em relação às outras disciplinas do currículo (R. L. Solnosky & Parfitt, 2015).

Essas relações são observadas e aplicadas de maneira mais pontual, fundamentadas nos casos de estudo de projetos, por exemplo, de sustentabilidade com a criação de módulos de estudo com foco em utilização de ferramentas específicas como *Revit Energy Modeling* (Lewis et al., 2015), ou em aplicações de tecnologia da informação de rede de sensores nos projetos de eficiência energética (W. Wu et al., 2015). Outros temas validados por aplicação em universidades expõem *frameworks* de ensino BIM em engenharia de estruturas sob a ótica também da responsabilidade do profissional não apenas com a disciplina de estrutura, mas em colaboração com outras áreas (Nawari, 2015). As avaliações dos testes também estão presentes nesse grupo, demonstrando a percepção dos alunos em relação à implementação BIM (Zou et al., 2019) e a necessidade de estruturar, aplicar e compreender como a implementação está sendo apreendida pelos estudantes.

O *Cluster 6* está representado por referências que exploram o tema da atmosfera BIM tanto em organizações de engenharia ou arquitetura (Ngowtanasuwan & Hadikusumo, 2017), mostrando a estruturação através de caso de estudo, bem como na área institucional. Esta última, com foco na compreensão de toda a cadeia de produção onde se insere o BIM (Papadonikolaki et al., 2017) e na produção de parâmetros que possam ser utilizados para

avaliação da cultura BIM em larga escala. Neste caso, exemplificado com o caso de estudo entre duas cidades chinesas já inseridas na cadeia de produção BIM mas com características distintas (Xu et al., 2018). As cidades foram avaliadas sob a ótica das percepções sobre a cultura e atmosfera BIM com o objetivo de criação de uma documentação de larga escala para o país. Já a área organizacional mostra-se através de exemplo de empresa de arquitetura, avaliando a implementação em uma escala geral e observando os fatores críticos como suporte em gestão, normas subjetivas, competência nos novos softwares (Z. Ding et al., 2015; Son et al., 2015).

A percepção e a utilização da metodologia estão diretamente ligadas à educação BIM pela fronteira entre sucesso ou insucesso, dependendo do grau de conhecimento dos profissionais envolvidos. Para ilustrar esta afirmação tem-se a exposição de casos que discutem o incentivo à formação interna nas empresas (Ahn et al., 2016b), expondo as estratégias de implementação com foco no treinamento dos profissionais e avaliação interna. Ainda sobre avaliações, observa-se o interesse em investigar as competências necessárias dos profissionais (Y. Liu et al., 2017), isto é, as áreas de conhecimento ou conceitos a serem trabalhados para o desenvolvimento da implementação BIM.

Em relação ao *Cluster 7*, verifica-se uma predominância na abordagem sobre interação do modelo com o usuário e isso é exposto sob a ótica da realidade aumentada (Williams et al., 2014) e da realidade virtual, exemplificada como módulo de ensino para a construção civil, onde se expõem dados em que 50% das publicações referentes a BIM são sobre visualização do modelo ou seja, ferramentas que auxiliam o usuário a compreender o projeto, mostrando as vantagens e desvantagens da aplicação (P. Wang et al., 2018). Como nas outras classificações, o assunto é abordado sob diferentes óticas, como na utilização em estudo de caso de performance energética (Patino-Cambeiro et al., 2017) e uso de ferramentas como *plugins* para visualização da informação do pós obra, na área de *facility management* (Pärn & Edwards, 2017). A área pedagógica é abordada sob a visão da utilização da realidade virtual aumentando a interação com o aluno de forma a organizar um módulo de ensino em que haja a participação desde o modelo do objeto, passando pela fase de implementação do protótipo, até a sua avaliação (Park et al., 2016).

Observa-se no *Cluster 8* uma abordagem a relatos sobre o status da implementação do BIM nas universidades. Faz-se o uso de estudos de caso com inquéritos aplicados aos estudantes para avaliar a alteração no sistema (Yusuf et al., 2016), além da exposição de

dados sobre a inclusão do BIM em universidades americanas (Abbas et al., 2016) como fonte de referência para aplicação em outras localidades, no caso do exemplo, no Paquistão.

Abordagem do profissional BIM, maturidade do modelo de negócios e Implementação BIM na educação

No *Cluster 9* se destacam as investigações orientadas para o *estado da arte* BIM e para o exercício profissional. Expõe-se como exemplo a análise bibliométrica utilizando métodos, critérios de seleção e objetivos definidos (Olawumi et al., 2017), resultando na identificação de categorias de assuntos BIM em destaque. A visão sobre o profissional BIM se desenvolve através de pesquisas com a indústria, visando identificar competências, características pessoais, profissionais, além de conhecimento e competências que um profissional BIM deve ter e as expectativas em relação à educação nesta área (Bosch-Sijtsema et al., 2019). Uma outra situação que nos mostra um outro olhar sobre o profissional é uma investigação finlandesa que realiza um estudo comparativo acerca das ofertas de emprego disponibilizadas on line com as informações oficiais de uma plataforma de empregos (Uhm et al., 2017) contribuindo para a identificação menos genérica dos cargos de um profissional BIM.

A visão do mercado BIM foi colocada em prática no *Cluster 10*, onde se destaca a necessidade de incluir a ótica do mercado para avaliar a evolução da implementação BIM. Como exemplo, evidencia-se a pesquisa finlandesa que avaliou, após o início da obrigatoriedade BIM para obras públicas em 2007, as opiniões das maiores organizações BIM representantes deste mercado (Aksenova et al., 2019), destacando a necessidade de investimento em mudar o *business model*, isto é, o modelo de trabalho BIM. O mercado aparece também na avaliação da maturidade de implementação (Siebelink et al., 2018), através da criação de um modelo o qual é aplicado nas organizações, colocando a educação como critério de avaliação da implementação.

A implementação está em destaque no *Cluster 11*, com a exposição de dados de estudo de caso da indústria, por exemplo nigeriana, exibindo resultados como fatores críticos para a implementação (Amuda-Yusuf, 2018), além da avaliação de maturidade pela perspectiva de empresas através de *focus group*, colhendo dados para se compreender a situação real na Malaysia (J. Rogers et al., 2015).

Práticas de projeto, segurança e *Facilities Management* como temas de interesse na Educação BIM

O contexto do *Cluster 12* surge marcado pela abordagem a grandes projetos, sendo interpretados no âmbito deste trabalho sob a ótica da educação, enquanto exemplos de prática em projeto. Neste grupo são apresentadas publicações que demonstram resultados de entrevistas sobre projetos complexos como os de aeroportos (Ozan Koseoglu et al., 2019), expondo os desafios e barreiras na utilização do BIM desde o projeto à execução. Outro ponto relevante é a combinação de técnicas de gestão como o *Lean Construction* e o BIM, demonstrado também em caso de estudo de projeto (O Koseoglu et al., 2018).

No *Cluster 13* destaca-se a exploração de projetos sob a ótica do tema da segurança contra incêndios, onde casos de estudo demonstram a utilização do BIM e suas ferramentas de visualização auxiliando novas metodologias de projeto (Vandecasteele et al., 2017).

Nesta fase da categorização, observa-se a divisão dos grupos em temas relacionados com o projeto, como é o caso do grupo anterior e não diferente para o *Cluster 14*, no qual se destaca a abordagem ao tema do *Facilities Management*. Apresenta-se uma revisão bibliográfica (Parn et al., 2017), expondo o estado da arte e o tema da educação é abordada na ótica da barreira de execução BIM. Neste contexto, lições aprendidas são reveladas através de caso de estudo e permitem fazer um panorama sobre a execução dos processos para um bom resultado, desde a obtenção dos dados passando pela transferência e alcançando sua utilização (Pishdad-Bozorgi et al., 2018). A preocupação de investimento na operação do ativo construído, isto é, do edifício já em uso, é exposta pela utilização do BIM conjugado com ferramentas de *laser scanning*, com o objetivo de criar um método de varredura aplicada ao reconhecimento de objetos internos e incorporação respectiva no modelo BIM (Stojanovic et al., 2018).

Alteração organizacional, evolução do aluno, abordagem técnica operacional, barreiras e desafios, gestão

O *Cluster 15* é marcado discussão acerca da alteração organizacional associada à implementação BIM. O tema é tratado sob óticas diversas, na avaliação da implementação em organização, discutindo a produtividade com a utilização de tecnologia da informação (Lindblad & Vass, 2015). Aborda o tema pela lente da educação, através de estudos de caso que avaliam as capacidades dos alunos antes e depois do aprendizado BIM (Lopez-Zaldivar

et al., 2017), indicando como resultados os níveis de conhecimento dos alunos. As mudanças são expostas igualmente através da produção dos alunos, a partir dos temas de teses de mestrados e doutoramentos orientados (Sampaio, 2015), demonstrando o desenvolvimento do BIM na universidade e estabelecendo orientações para garantir o andamento dos projetos nessa nova organização de ensino.

A preocupação com a evolução da aprendizagem do aluno é colocada em pauta no âmbito do *Cluster 16*, onde a experiência prática é explorada através de método com acompanhamento durante quatro semestres, num módulo de ensino BIM específico e a partir de um projeto definido (W. Wu & Hyatt, 2016). Outra demonstração é a experiência de análise da colaboração (Bellido-Montesinos et al., 2019), onde a evolução das equipas, o fluxo de informação entre as disciplinas foram avaliados.

No *Cluster 17* surgem referências que poderiam estar ligadas ao *Cluster 14* (*Facilities Management*), porém, nota-se uma abordagem mais pragmática e técnica sobre o tema. A abordagem foca-se na necessidade de criação de processos para a organização da informação do pós obra, como por exemplo, a coletânea de dados para a criação de uma *framework* que contém os atributos a serem incluídos no caso de um projeto de segurança (Eric M Wetzel & Thabet, 2015), ou na definição destes para auxílio em manutenção e operação do ativo construído. Além da organização da informação, é necessário garantir a transferência destas para a próxima fase e então, a interoperabilidade de softwares e processos revela-se um assunto preponderante (E M Wetzel et al., 2018). O desenvolvimento de tecnologias que objetivem na automatização dos processos é igualmente exposta (Lu et al., 2018), tais como a utilização de ferramentas de reconhecimento de imagem no pós obra, que organizam e armazenam a informação automaticamente.

O *Cluster 18* é marcado por generalidades BIM, onde uma série de referências sobre barreiras e desafios BIM, são expostos sobre a temática governamental. Esse tema é exemplificado com pesquisas de implementação BIM, as quais tem o objetivo de identificar deveres do governo em relação ao tema (Run-Run Dong & Martin, 2017), além do reconhecimento da gestão de qualidade e treinamento de talentos (R.-R. Dong, 2017), absorvendo também formatos genéricos da informação BIM que englobam temas diversos (Turk, 2016).

O *Cluster 19* é analisado sob a ótica da gestão. Essa temática é identificada na utilização de plataformas colaborativas para avaliação das entregas de trabalho durante três anos de curso universitário (Comiskey et al., 2017). As plataformas foram testadas a fim de

avaliar a troca de informações no projeto, processo que faz parte da gestão de informação de um modelo. Para além, são expostas as lições aprendidas na implementação de módulo de ensino BIM em cursos de gestão da construção focado no desenvolvimento do conceito de ciclo de vida do projeto executado em BIM, considerando fases como: definições; fluxo de trabalho; estimativa de custos; simulação de planeamento; análise de incompatibilidades e avaliação da comunicação (Leite, 2016).

Tabela 25 BIM Educação- Panorama Documentos analisados

Cluster	Documentos	Grupos
1	(Adamu & Thorpe, 2016; Blanco Caballero et al., 2017; Hammi & Bouras, 2018; R. Solnosky et al., 2015; L. Wang & Leite, 2014; T.-H. Wu et al., 2019; Zhang, Schmidt, et al., 2016)	Métodos de Ensino
2	(Hu, 2019; Luo & Wu, 2015; Maina, 2018; W Wu et al., 2018a, 2018b; W Wu & Issa, 2014; Zhang et al., 2017, 2018)	Perceção dos alunos
3	(Brochner et al., 2019; Bu et al., 2015; Fridrich & Kubečka, 2014a; Lindkvist, 2015; C. Liu et al., 2017; Merschbrock & Munkvold, 2015; Paern et al., 2018; Rahman et al., 2016; Roberts et al., 2018)	Ciclo de vida
4	(Ali et al., 2016; J Bozoglu, 2016; Hjelseth, 2015b; Rodriguez-Rodriguez & Davila-Perez, 2016; Tomasowa, 2015; Zamora-Polo et al., 2019)	Módulos de ensino
5	(Amuda-Yusuf & Mohamed, 2015; Jin et al., 2018; Lewis et al., 2015; Nawari, 2015; Pezeshki & Ivvari, 2018; R. L. Solnosky & Parfitt, 2015; W. Wu et al., 2015; Zou et al., 2019)	Validação por caso de estudos
6	(Z. Ding et al., 2015; Han et al., 2016; Y. Liu et al., 2017; Matthews et al., 2018; Ngowtanasuwan & Hadikusumo, 2017; Papadonikolaki et al., 2017; Son et al., 2015; Xu et al., 2018)	Atmosfera BIM
7	(Abanda et al., 2015; Gnaur et al., 2015; Park et al., 2016; Pärn & Edwards, 2017; Patino-Cambeiro et al., 2017; P. Wang et al., 2018; Williams et al., 2015; Zhang, Xie, et al., 2016)	Interação
8	(Abbas et al., 2016; Babatunde et al., 2018; Kovacic et al., 2015; Puolitaival & Forsythe, 2016; Shelbourn et al., 2017; Sonja Kolarić, Mladen Vukomanović, Dina Stober, 2017; Yusuf et al., 2016)	Avaliação/ status atual
9	(A. Aibinu & Venkatesh, 2014; Bosch-Sijtsema et al., 2019; Gilkinson et al., 2015; H. W. Lee et al., 2015; Olawumi et al., 2017; Uhm et al., 2017)	Profissional BIM
10	(Ahankoob et al., 2018; Aksenova et al., 2019; Miettinen & Paavola, 2014; Saridaki et al., 2019; Siebelink et al., 2018)	Maturidade do business
11	(Amuda-Yusuf, 2018; Ferrandiz et al., 2018; Haron et al., 2017; J. Rogers et al., 2015; Salleh & Fung, 2014)	Implementação

12	(O Koseoglu et al., 2018; Ozan Koseoglu et al., 2019; Nasila & Cloete, 2018)	Prática em projeto
13	(Hong & Lee, 2018; Vandecasteele et al., 2017; S.-H. Wang et al., 2015; C. Wu et al., 2015)	Segurança
14	(Parn et al., 2017; Pishdad-Bozorgi et al., 2018; Stojanovic et al., 2018; Thabet et al., 2016)	Facility Management
15	(Alanne, 2016; Lindblad & Vass, 2015; Lopez-Zaldivar et al., 2017)	Alteração organizacional
16	(Bellido-Montesinos et al., 2019; Lucas, 2017; W. Wu & Hyatt, 2016)	Evolução do aluno
17	(Lu et al., 2018; E M Wetzel et al., 2018; Eric M. Wetzel & Thabet, 2015)	Framework para FM
18	(R.-R. Dong, 2017; Run-Run Dong & Martin, 2017)	Barreiras e desafios
19	(Comiskey et al., 2017; Leite, 2016)	Gestão

2.8. Notas finais do Capítulo 2

Para o desenvolvimento de um trabalho de Investigação, o embasamento teórico é imprescindível. Conforme exposto no 0, cada parte do trabalho foi desenvolvido através de uma estratégia, e para o Estado da Arte não foi diferente. Desta maneira, inicia-se a argumentação dos temas relacionados ao tema principal *BIM Manager* expondo o atual estado de conhecimento de cada um deles com o objetivo de elucidar sobre o ponto de partida da investigação.

O Estado da Arte apresentado afirma a metodologia BIM como uma realidade na Indústria AEC, além de dissertar sobre os principais tópicos necessários para a conformação do tema principal do trabalho.

Conhecer, discutir e discorrer sobre os temas propiciou uma visão mais ampla sobre a vasta abrangência do BIM na coordenação de projetos da Construção Civil, argumentando de forma positiva sobre a necessidade de aprofundamento das relações de trabalho do arquiteto enquanto *BIM Manager*.

A abordagem do tema Educação através de um método estruturado permitiu compreender a estrutura do conhecimento BIM, além de contemporizar análises quantitativa e qualitativa do tema. Isso permitiu uma visão global sobre o assunto. Através dos dados

apresentados e organizados, é significativa a influência do tema na generalidade de campo de aplicação da metodologia.

O Estado da Arte embasa toda a estruturação inicial da Investigação, a qual se desenvolve por caminhos distintos para cada tema de aplicação, é pautada em teorias previamente validadas e descritas no decorrer do trabalho.

CAPÍTULO 3. MABIM - Matriz de atividades BIM

Neste capítulo se expõe a organização da criação da ferramenta *MABIM - Matriz de Atividades BIM*, a qual foi desenvolvida de forma estruturada com o objetivo de extrair da prática profissional um embasamento prático e teórico orientado para a visualização do novo campo de trabalho que se oferece ao arquiteto no âmbito da coordenação de projetos BIM. Para tal, foi construído uma ferramenta, utilizada como instrumento de pesquisa.

A ferramenta consiste em uma folha de cálculo em *Excel* que foi estruturada de acordo com um método específico proposto pela autora. Essa ferramenta foi alimentada durante o desenvolvimento da tese, a partir de trabalhos profissionais realizados pela autora em Projetos de consultoria BIM para entidades contratantes do Departamento De Civil do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, e de projetos autônomos da autora.

A experiência da prática profissional de consultoria gerou um banco de dados, que é resultado do preenchimento da folha de cálculo, a qual é organizada segundo uma nova estrutura definida pela autora e fundamentada em literatura especializada. Esse método de trabalho deu origem à ferramenta que é o produto inicial dessa Investigação e que é utilizado em todas as outras fases da estratégia que sustenta a metodologia da tese.

O resultado foi a criação da **Matriz de Atividades BIM (MABIM)**, em formato de *framework* preenchida com dados primários que direcionam o usuário na utilização. Para a compreensão da estratégia de organização da ferramenta, a metodologia é explanada no presente capítulo assim como o seu conteúdo e objetivos.

3.1.

Organização da ferramenta

Conforme exposto no 0, a Investigação é pautada na tipificação do objeto de estudo enquanto Processo e Produto. Este último é orientado pela metodologia do *Design Science (DS)*, cujo objetivo principal é desenvolver o conhecimento para a estruturação de artefactos e dentre as suas características principais estão a definição da finalidade, objetivos, indicação dos métodos utilizados, rigor na coleta de dados, comunicação de dados substanciais. (Dresch et al., 2015). Segundo a metodologia do DS, as atividades da investigação consistem em construir e avaliar. Sendo o produto construído um artefacto, este pode ser tipificado como: *Constructo; Modelo; Métodos e Instanciações* (March & Smith, 1995), os quais são organizados segundo a estratégia traçada para responder ao problema definido (Figura 22) .

Tabela 26 adaptado de : (March & Smith, 1995)

Tipos de Artefacto	Constructos	Constituem uma conceituação utilizada para descrever os problemas dentro do domínio e para especificar as respetivas soluções. Conceituações são extremamente importantes em ambas as ciências, natural e de design. Eles definem os termos usados para descrever e pensar sobre as tarefas.
	Modelos	Um modelo é um conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos. Em atividades de design, modelos representam situações como problema e solução. Ele pode ser visto como uma descrição, ou seja, como uma representação de como as coisas são.
	Método	Um método é um conjunto de passos (um algoritmo ou orientação) usado para executar uma tarefa.
	Instanciações	Uma instanciação é a concretização de um artefacto em seu ambiente. Instanciações operacionalizam constructos, modelos e métodos. No entanto, uma instanciação pode, na prática, preceder a articulação completa de seus constructos, modelos e métodos. Instanciações demonstram a viabilidade e a eficácia dos modelos e métodos que elas contemplam.



Figura 22 : Estratégia DS para organização do Artefacto: Matriz de Atividades BIM

Uso de uma *framework* para visualização de um ambiente

O início dessa Investigação foi marcado pela organização das informações que permeiam o tema *BIM Manager* e, conforme exposto no capítulo sobre metodologia da tese, foi delineado um fluxo de pensamento para criar e responder às questões iniciais da pesquisa,^{3.2} às quais culminam na hipótese da metodologia BIM ser responsável pela alteração do âmbito do trabalho do arquiteto na coordenação de projetos.

A partir dessa hipótese, foi pensada uma estratégia para compreender os mecanismos práticos das atividades relacionadas com a utilização da metodologia e assim, relacioná-las às atividades tradicionais e legalmente executadas por um arquiteto na coordenação de projetos.

O método proposto se baseia na criação de um modelo de visão global, ou uma *framework*, formando um conjunto de informações que funcionam de forma sistematizada, abrangendo a composição da estrutura do modelo e também do conteúdo inserido. Neste documento, essa *framework* é nomeada de Matriz de Atividades BIM (MABIM). Esta usa uma abordagem mista para a sua construção, com a utilização de informações provenientes da literatura e da experiência decorrente de estudos de caso. Esse tipo de abordagem é validada por autores especialistas em desenvolvimento teórico e prático da metodologia BIM (Succar, 2009).

Apresentar a teoria BIM em suas dimensões é um movimento presente na literatura específica, a organização das dimensões em *framework* reflete a ampla participação de várias disciplinas e tenta captar dinâmicas complexas como as de processos, pessoas e produtos (W Wu et al., 2018a). Na literatura isso ocorre com referências ao desempenho para moldar as perspectivas de funções da construção e tecnologia, (Jung & Joo, 2011) ou em relações entre ciclo de vida, gestão e *stakeholders*²⁰ (L. Ding et al., 2014), ambas voltadas para a área técnica. Como exemplo de estrutura multidimensional, direcionada à aplicação da metodologia BIM, destaca-se a abordagem realizada por Succar (Succar, 2010a), a qual relaciona as áreas e os níveis de maturidade de acordo com os estágios de implementação.

Conforme exposto por Wu (W Wu et al., 2018a), a característica predominante nas *frameworks* BIM é a procedência dos dados. Estes são provenientes de literatura

²⁰ Termo comumente utilizado em inglês para retratar a parte interessada no projeto. Segundo o PMI, é usado como um termo geral para descrever indivíduos, grupos ou organizações que têm interesse no projeto e podem mobilizar recursos para afetar seu resultado de alguma forma (PMI, 2013).

especializada sobre o tema e da aplicação de conhecimentos empíricos, tais como a definição de melhores práticas e exemplos de aplicações. Esse contexto é abordado igualmente por Ceronsek (Cerovsek, 2011), que registra a formação do modelo esquemático como sendo resultado da observação e dos testes dos utilizadores. Assim, a sua formação também está vinculada com o interesse, a atenção, a interpretação e a documentação do observador. As experiências anteriores são parte do sistema de apresentação das informações, ou seja, formam o conteúdo e a estrutura da *framework*.

A recomendação de especialistas é a organização de uma *framework* de maneira inclusiva e expressiva o suficiente na representação das questões BIM para que essas sejam demonstradas com clareza. Entretanto, deve conter informações resumidas e precisas, de modo a apresentar as questões chave de forma sistemática (L. Ding et al., 2014; Jung & Joo, 2011). Fundamentada nisso, a MABIM foi organizada a partir de um plano de atividades gerais relacionadas ao trabalho necessário para se realizar um projeto BIM. Para tal, foi necessário compreender o que tem de ser realizado durante cada fase de um projeto em que se propõe utilizar a metodologia. Isto é, foram listadas as atividades significativas desde o planejamento de uma implementação, à gestão do pós obra.

3.3. **O que é e como está organizada**

A MABIM foi criada no sentido de compreender a dinâmica de trabalho BIM. Essa matriz, como referido, é suportada por uma folha de cálculo Excel que foi especificamente estruturada para o efeito. As atividades contidas na ferramenta foram incorporadas ao longo do processo de investigação e são frutos da literatura específica e das experiências que são relatadas também nesta tese.

A preparação de uma ferramenta dinâmica permitiu a atualização constante do documento, tornando-a compatível com a inevitabilidade de inserção frequente de novas atividades devido ao desenvolvimento dos projetos e novos requisitos de informação para serem incorporados. Desta forma, foi criada uma estrutura de trabalho a partir do mapeamento das atividades BIM, as quais foram organizadas de acordo com o método da divisão em grupos de trabalho BIM específicos.

A partir da exposição do quadro geral, a quantidade de atividades dos grupos nas fases de trabalho foi alvo de análise, tendo como objetivo compreender o onde e em que momento do projeto será incorporada maior energia e recursos de trabalho.

A MABIM está organizada em duas dimensões, sendo a horizontal reservada para a divisão do tempo do projeto, isto é, das fases em que está dividido e, na vertical, pelos grupos de trabalho BIM, conforme ilustra a Figura 23.

A organização do tempo é dinâmica, depende do projeto a ser executado e também dos seus objetivos. Por outro lado, os grupos de trabalho são fixos e as atividades são continuamente incorporadas de acordo com a criação de novas fases do projeto, ou seja, da divisão do tempo em que o projeto foi planejado.

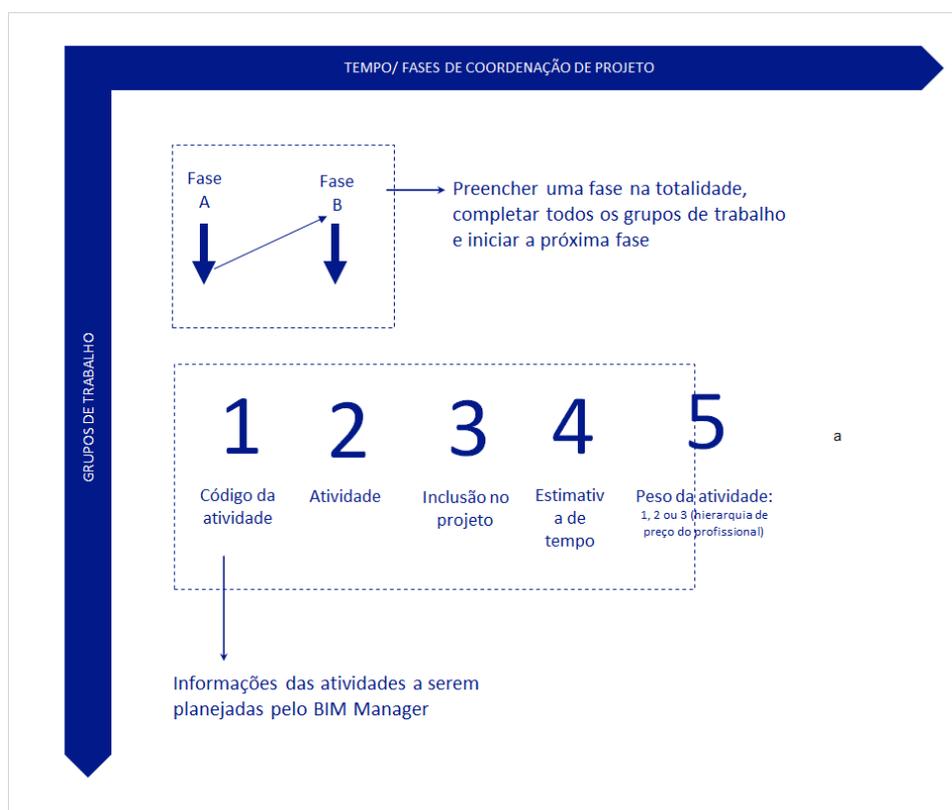


Figura 23: Organização da MABIM

Conforme exposto, a ferramenta MABIM foi criada para embasar a parte prática da Investigação e dar suporte às argumentações que respondem à hipótese de alteração do trabalho do arquiteto. Seguindo essa estratégia, a MABIM é utilizada como base para os estudos de caso, sendo aplicada como estruturação de orçamentação, na execução de plano de projeto de implementação em empresa de construção e ainda, em base de inquéritos aplicados em gabinetes na área de projetos e na área educacional.

Organização horizontal do tempo do projeto

A execução do projeto utilizando a metodologia BIM pressupõe e permite o planejamento da gestão da informação durante todo o ciclo de vida do projeto. Nesse sentido, a organização da MABIM incorpora tal direcionamento e estabelece o modelo para esse fim.

3.4. O ciclo de vida de um projeto é regularmente organizado em fases: Planejamento; Design (projeto); Construção e Operação. Essa conformação é empregada em documentos de referência como guias da Indústria AEC (State, 2010) de maneira concisa, ou, com variações incorporadas, como apresentado por Chae (Chae & Kang, 2015b), onde expõe os requisitos de projeto referentes aos guias da Indústria em cada fase do ciclo. Neste, por exemplo, representado por: Informações gerais; Pré design; Design; Construção; Pós construção. Outro exemplo é a consideração da fase de demolição do ativo construído como estágio final de uma implementação BIM, fase em que se executa a gestão de desperdício, cronograma de demolição, atividades de reciclagem, conforme ilustra a publicação direcionada a estratégias por áreas de aplicação BIM (Ahn et al., 2016a). É significativo considerar também referências direcionadas à execução de projeto, como é o caso do plano estratégico publicado pelo RIBA (RIBA, 2020) que organiza as fases de design em sete etapas: *strategic definition; preparation briefing; concept design; spatial coordination; technical design; manufacturing and construction; handover and use*. Deste modo origina um *template* que direciona os serviços de projeto. Consequentemente a organização varia de acordo com a necessidade de gestão e representação em maior ou menor escala do projeto.

Em relação a escala, a divisão por fases e subfases mais específicas é uma forma de representação. Esse formato é explorado por Succar (Succar, 2009), que desenvolve um esquema baseado em fases principais: design(D); construção(C) e operação(O), subdividindo-as em (D1),(C1),(O1) e, sucessivamente: (D,1,1), (C,1,1),(D,1,1), cada qual em representação a uma atividade no projeto (Figura 24). Essa organização permite a visualização das atividades e as suas inter-relações ao longo do desenvolvimento do projeto, dinâmica correspondente à ilustrada pela ISSO 19650 (International Organization for Standardization (ISO), 2017), a qual vem ilustrar o caminho das informações pelos principais responsáveis pelas fases de Design, Construção e gestão de ativos (Figura 25). Essa conformação exemplifica o caminho que a informação percorre dentro do projeto e suas relações de dependência.

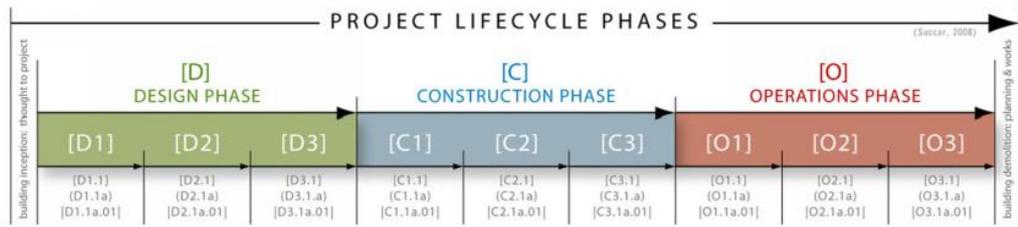
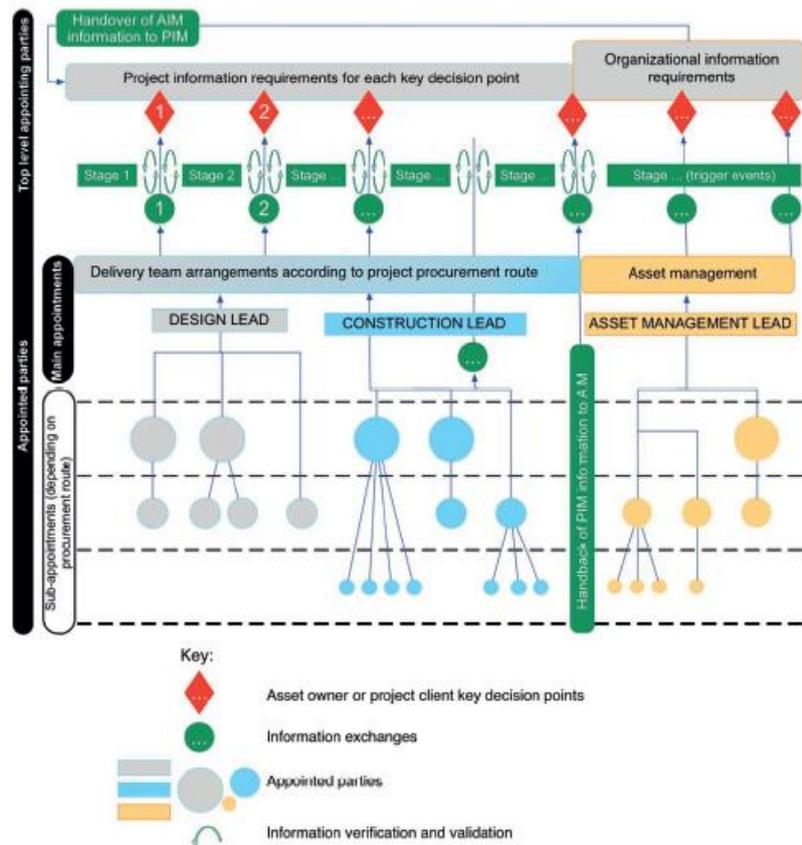


Fig. 9. Phases, sub-phases, activities, sub-activities and tasks – linear visual model.

Figura 24 Ilustração das Fases de um projeto-Adaptado de: (Succar, 2009)



3.5.

Figura 25 Adaptado de ISO 19650 (International Organization for Standardization (ISO), 2017)

Organização vertical dos Grupos de Trabalho BIM

O planeamento multidimensional da metodologia BIM é uma tendência tanto para a indústria, como para outras áreas como a Academia, ou organizações (W Wu et al., 2018a; Zhang, Schmidt, et al., 2016). Em adequação a isso, a formação vertical da MABIM orienta a integração das áreas de interesse BIM descritas pela literatura, às áreas de gestão e em forma de grupos de trabalho.

A visualização do domínio de uma disciplina em forma de grupos estruturados e gerenciáveis proporciona uma facilitação na compreensão, na disseminação e implementação gradual da metodologia BIM. Isso acontece de uma maneira a integrar produtos e processos em oposição ao tratamento usual de trabalhar a metodologia como um conjunto de tecnologias e processos dissociados (Succar, 2009). Tal raciocínio de organização é sustentado pela literatura específica e observado em trabalhos que utilizam a divisão das atividades em um ambiente BIM dividido através de critérios.

Os critérios devem abranger todas as perspectivas tanto do projeto, da organização e da indústria, a fim de incorporar efetivamente a tecnologia em termos de propriedade, as relações entre as informações e os *standards* de trabalho, nas diferentes funções de uma empresa de construção (Jung & Joo, 2011). Percorrendo essa lógica, a MABIM utiliza parâmetros baseados na prática BIM e em teoria da metodologia e de gestão de projetos, tal qual o Project Management Institute ²¹(PMI, 2013).

De acordo com a literatura especializada, a organização de implementação da gestão BIM assim como a organização das informações para a sua execução efetiva apresenta-se em formas variadas. Tais maneiras podem ser agrupadas conforme expõem Lee e Bormann (G. Lee & Bormann, 2020), dependendo do contexto e objetivo, mas de uma forma geral qualificam-se como:

“BIM como uma tecnologia também precisa de usuários (pessoas), e melhores práticas (processos) para ser adotada pela indústria tal qual uma política para facilitar a adoção do processo.” (G. Lee & Bormann, 2020, p. 413).

Desta forma, pode-se organizar a visão holística do BIM em quatro maiores categorias: *Processos, Pessoas, Políticas e Tecnologia* e entende-se, nesta investigação, que toda e qualquer informação relacionada com o trabalho BIM a ser realizado está inserida em alguma dessas categorias de organização. Fundamentado nisso, a organização vertical da ferramenta proposta se inicia com as quatro categorias de possibilidades e se subdivide em outros 10 grupos de trabalho. Esses subgrupos representam os principais temas a serem tratados pelo *BIM Manager* na coordenação de um projeto. A sequência em que estão

²¹ PMI Project Management Institute é a organização líder internacional que representa os profissionais da gestão de projetos em todo o mundo e que normaliza e certifica as práticas e conhecimento científico, nesta área de gestão. O PMI oferece oito certificações que atestam conhecimento e competência, dentre as quais, a de Profissional em Gestão de Projetos (PMP)®, que conta com quase 1 000 000 de profissionais certificados em todo mundo. Os salários e oportunidades de carreira dos profissionais certificados demonstram que as empresas reconhecem a mais-valia desta certificação.

dispostos os grupos de trabalho é uma sugestão da ferramenta baseado na avaliação durante o desenvolvimento da mesma.

Tabela 27 Organização vertical da MABIM

Categoria	Grupos de Trabalho
PROCESSO	Diagnóstico
	Processos BIM
PESSOAS	Formação
	Integração
POLÍTICA	Plano de Execução BIM
	Contratação BIM
	Cronograma
TECNOLOGIA	Interoperabilidade de sistemas
	Modelação e colaboração
	Gestão Documental

A divisão dos grupos de trabalho tem como perspectiva de produto final um mapeamento das atividades necessárias para a execução de um determinado projeto, de acordo com a fase do ciclo de vida. Essa organização em mapa de grupos apresenta ao utilizador da ferramenta uma visão holística do ambiente BIM a ser trabalhado, além de evidenciar os eventuais *stakeholders* e seu posicionamento no decorrer do projeto.

Diagnóstico

O primeiro grupo é representado pelo *Diagnóstico* e suporta as atividades de planeamento inicial do projeto. Tal fase é evidenciada sobretudo pela literatura que aborda temas sobre implementação BIM. O momento de investigação sobre o contexto a ser trabalhado é importante para se compreender o panorama geral do problema e criar estratégias para resolvê-lo. É abordado de diferentes maneiras, mas existe a postura comum de que a equipe do projeto deve executar um planeamento compreensível e bem documentado (State, 2010).

Um possível entendimento do quadro geral da situação de um projeto é realizado pelo percorrer dos elementos de planeamento BIM (The Pennsylvania State University, 2013): processo; informação; estratégia; infraestrutura; usos e pessoas, e indagar se estes elementos

estão presentes na organização da gestão do projeto bem como nas que com este se relacionarão. É ainda importante, planejar como estes elementos serão trabalhados no decorrer do projeto.

Segundo esse método, definir a *Estratégia* faz parte da operação para identificar os objetivos BIM, os processos de gestão e os recursos de suporte existentes ou pretendidos. O elemento *Usos BIM* refere-se à identificação das primeiras e principais utilidades do modelo digital, para a partir dele, criar métodos de processos, comunicação, execução e gestão de informação. Pensar os *Processos* é identificar os meios de se executar os usos BIM pretendidos, desenvolvendo as suas relações. Avaliar a *Informação* permite definir os níveis de pormenorização pretendidos no modelo para atingir os objetivos e ainda, permite avaliar o trabalho realizado, gerando um panorama do nível de pormenorização necessário e do trabalho que deverá ainda ser executado.

Considerar a *Infraestrutura* como um elemento de planeamento é importante para a utilização da metodologia BIM, é a partir dela que se visualiza o suporte necessário relativo ao corpo técnico e físico, tal como: software; hardware e locais de trabalho. No que respeita à dimensão do *Pessoal*, *esta* é a quela onde se identifica os níveis técnicos e profissionais necessários e/ou existentes, as responsabilidades iniciais de cada membro da equipa, e/ou os treinamentos que são necessários serem desenvolvidos.

O grupo de trabalho de *Diagnóstico* constitui-se assim através de um conjunto de temas a serem perscrutados a fim de se alcançar a real dimensão do problema. A partir dele se permitem identificar as atividades que possam ser executadas com o objetivo de responder a esses questionamentos e criar uma estratégia para o desenvolvimento do restante do projeto.

Processos

Compreender a coordenação de projetos a partir do mapeamento dos requisitos é uma estratégia conhecida e já descrita neste documento. Como vem sendo analisado pela literatura específica (Ballard & Koskela, 1998; Koskela, L. & Huovila, 1997), converter os requisitos de engenharia em atividades e a partir do desenho do fluxo da informação atingir a geração de valor para o projeto constitui-se enquanto uma estratégia hábil de gestão. Alinhado com isso, o mapeamento geral dos requisitos de um projeto BIM é referido pela indústria como sendo um método eficiente (State, 2010) para se perceber as informações iniciais necessárias para cada meta do projeto. Ou seja, entender o quê, o como e o quem fará cada atividade, fica dependente do traçado dos processos BIM (BCA - Building and

Construction Authority, 2013). Considerando o panorama da coordenação de projetos e reconhecendo a importância e o volumoso trabalho que a delimitação dos processos acarreta, foi criado o grupo de trabalho *Processos BIM*.

Nesse grupo relacionam-se as atividades referentes ao mapeamento total do projeto, desde as definições de planejamento, ao pós obra. A organização do conteúdo é feita para atender a interoperabilidade, definindo o projeto sintática (sistemas de classificação) e semanticamente (normas). A partir do contrato e definição dos usos BIM, o desenho dos processos é executado, mapeiam-se as entradas e saídas das informações, relacionando cada uma delas a uma meta e a um responsável pela sua execução. Esta é uma operação planejada a cada início de projeto e é atualizada durante todo o ciclo de vida, de forma a adaptar as informações novas requisitadas pelo cliente ou por algum *stakeholder*.

O fato das informações requeridas não serem estáticas ou o requisito constante de novos usos para integrar no modelo digital, gera permanente situações de trabalho para permitir manter o andamento do projeto. Ou seja, o projeto é constantemente replaneado ou atualizado e deste modo as atividades que garantem o fluxo de informação devem ser sempre consideradas.

Outra situação que reforça a necessidade da existência deste grupo de trabalho é a avaliação da interação dos processos *tradicionais* utilizados pela organização, com os novos processos BIM. Essa situação acarreta um esforço significativo e de maior importância para o mapeamento dos requisitos BIM para de um projeto. A partir da compreensão e registo das informações mapeadas, abrem-se ao projeto novas possibilidades de medições que possibilitam a aplicação de indicadores utilizados para avaliar o projeto e, conseqüentemente, os participantes no mesmo.

Assim, é neste grupo de trabalho que se definem e se registam alguns requisitos importantes para o funcionamento do ciclo de vida do projeto BIM, trabalhando a informação de maneira pontual, tais como as considerações da necessidade de definições para assuntos técnicos como numeração de documentação automática, processos de manutenção, ou processos de inclusão de *shopdrawings*²² de fornecedores no projeto.

²² Termo em inglês que se refere a um diagrama detalhado e preciso de um equipamento ou componente de construção destinado a ser fabricado por uma oficina ou instalado por um especialista. São os desenhos de fabricação.

Formação: aulas, educação e treinamentos

Conforme já exposto anteriormente neste trabalho, o profissional BIM é reconhecido pela literatura especializada, assim como as competências específicas relacionadas com a metodologia que são necessárias incorporar na prática profissional do arquiteto e dos envolvidos num projeto. Além da reveladora abordagem patente na literatura específica, as competências estão igualmente presentes nos documentos emanados da indústria, tal como o exposto na compilação de informações em *guias* com a finalidade de discutir a padronização das funções no seio dos projetos (Davies et al., 2017). Conscientes da situação, emerge a necessidade de treinamento dos profissionais, sendo que a falta desta, ou a carência de especialização na área, é apontada como um dos fatores mais relevantes na dificuldade da implementação BIM pela indústria, tal como nos revelam os dados da NBS, que avalia a implementação BIM na indústria (NBS, 2019).

Reconhecendo essa importância, a formação dos profissionais, esta é considerada na MABIM enquanto um grupo de trabalho específico, o qual dá suporte às atividades relacionadas, dependendo do resultado do diagnóstico realizado no primeiro grupo de trabalho. Assim, os treinamentos são definidos de acordo com a necessidade da equipa, dos usos pretendidos para o modelo e de acordo com as fases de divisão do projeto. Ponderar esse grupo ao longo do tempo, ou seja, em fases, é uma forma de criar objetivos de aprendizado e oportunidades de introdução da metodologia em organizações que possuam níveis de maturidade BIM diferentes dentro das equipas. Isto é, possibilita a integração entre equipas BIM, não BIM, e, além disso, viabiliza o treinamento contínuo da equipa.

Considerar a formação como um grupo de trabalho ao longo de todo o ciclo de vida do projeto direciona atenção e tempo a ser disponibilizado para o treinamento constante e de oportunidade para acelerar a maturidade BIM numa organização.

Integração das informações através das reuniões de projeto

Conforme exposto, a quantidade de informações que circulam durante todo o ciclo de vida do projeto é significativa e essa característica, combinada com um grande número de *stakeholders*, torna a gestão do projeto uma tarefa com grande dispêndio de energia intelectual e tempo afeto aos profissionais participantes. Atendendo a esta realidade, foi desenvolvido um grupo de trabalho dedicado às atividades relacionadas com a integração das equipas.

Esse grupo de trabalho visa absorver e organizar as atividades referentes às pessoas que trabalham no projeto, absorvendo as tarefas associadas às reuniões de projeto ou comunicação entre elas. Sendo o BIM uma metodologia de trabalho que se baseia em colaboração e transferência organizada de informações, garantir a comunicação entre os profissionais é uma questão a ser planeada e executada.

A integração entre processos dentro da gestão de projetos não é uma novidade introduzida pela metodologia BIM, e sim um processo fundamental para a gestão de projetos (PMI, 2013), porém o BIM como metodologia que incentiva a colaboração, a comunicação precisa ser garantida. Neste grupo de trabalho, a integração é interpretada não somente como um meio ou espaço para o raciocínio de comunhão entre os processos, mas igualmente como lugar para a integração das equipas durante todo o ciclo de vida, considerando que essas atividades demandam tempo e esse deve ser considerado.

Como forma de completar o contexto da delimitação o projeto como um todo, as reuniões de projeto são realizadas apoiadas no planeamento do projeto, e a partir dele, realiza-se o monitoramento do trabalho que é feito pelas equipas. Por outro lado, o monitoramento é realizado de acordo com os processos desenhados, cronograma definido, entregas de modelo conforme escopo.

As atividades relacionadas com este grupo de trabalho, são responsáveis por interligar as informações definidas em contrato, certificando que todas as partes envolvidas estejam cientes das decisões, entregas ou alterações de projeto. É através deste grupo que se faz o registo formal da consciência dos participantes sobre os assuntos decididos e executados em colaboração.

Plano de Execução BIM (PEB)

O registo das informações do modelo digital em configuração de documento formal é sustentado por normas e guias da indústria como representado pela PAS 1192 (BSI, 2013), onde se revela a necessidade de inclusão da documentação referente aos requisitos de projeto desde a fase de planeamento. Essa postura é reafirmada na ISO 19650 (International Organization for Standardization (ISO), 2017) quando a pormenorização da comunicação dos requisitos do projeto provenientes de todos os *stakeholders* são colocados sob uma ótica de necessidade de organização, estruturação das relações entre eles e de registo.

A documentação do modelo é uma importante atividade durante todo o ciclo de vida do projeto e as definições referentes ao modelo digital são registadas no documento

intitulado Plano de Execução BIM (PEB)²³. Neste documento se expõe o plano de gestão da informação do modelo digital, incluindo os requisitos do projeto de todas as disciplinas participantes e dos usuários. Nele se inclui também o registo do fluxo a ser percorrido por todas essas informações durante a obra ou o projeto. O PEB consiste assim do registo da produção da documentação útil para atingir os objetivos acordados, registrando o que o modelo digital foi programado para fazer e consequentemente resguarda os projetistas também sobre o que eles não se responsabilizam no contrato.

Por se tratar de um documento que envolve informações de diferentes *stakeholders*, e que todos são interessados no bom funcionamento do modelo, é uma boa prática que a sua elaboração seja feita com conhecimento e participação de todas as disciplinas envolvidas. Outra característica deste documento é a necessidade da atualização constante, de acordo com o desenvolvimento do projeto e das decisões tomadas pelas equipas em cada fase.

Há padrões de desenvolvimento do PEB, conforme demonstram as publicações da indústria (Building and Construction Authority, 2013; Department of Veterans Affairs, 2010; Indiana University, 2009), onde estão patentes *templates* e formas de compartilhamento de boas práticas tais como as descritas pela Pen State (State, 2010), que gera um roteiro de desenvolvimento da documentação da informação. Os principais itens desse documento percorrem a definição dos objetivos e usos do modelo, considerando a organização das métricas que serão utilizadas, o desenho do processo de trabalho e, a partir disso, a definição das trocas de informações. A infraestrutura do modelo desde softwares hardwares, procedimentos gestão da qualidade e infraestrutura são atividades a serem consideradas no PEB.

A partir dos tópicos, observa-se a significativa extensão do trabalho a ser efetuado durante todo o projeto e consequentemente da necessidade de garantir a organização mais precisa e uma boa comunicação entre as partes através da elaboração e atualização constante de um documento.

Contratação

No contexto de gestão dos contratos que envolvem um projeto ou um empreendimento relacionado com a construção civil, o controle do escopo tem relevante importância. Isso se dá tanto no âmbito da gestão do contratante, quanto dos contratados. O

²³ BEP-BIM Execution Plan

primeiro por se valer da responsabilidade de pagamento dos participantes do projeto e o segundo por necessidade de manter as entregas conforme o planejado em contrato, isto é, entregar o que foi acordado.

Consequentemente, o controle do escopo é uma atividade extra no desenvolvimento do projeto, no qual, para a execução do modelo digital, se baseia no Plano de Execução BIM registado e, para a participação das equipas no âmbito geral do projeto, se fundamenta no contrato assinado entre as partes.

O acompanhamento dos contratos ao longo do desenvolvimento do projeto é uma prática da gestão dos projetos. No caso da construção civil esse controle necessita de avaliação técnica constante, já que uma alteração de decisão de projeto poderá acarretar em alterações de prazo e custo do projeto, além da interferência em diversas disciplinas e contratos. Reconhecendo que as atividades relacionadas ao controle do escopo envolvem necessariamente o contrato, foi criado no MABIM esse grupo de trabalho para ponderar as atividades às quais a ele se relacionam.

Contudo, para além do controle de escopo via contrato, é relevante abordar e considerar atividades de gestão para contratação dos projetistas, visto que no âmbito da metodologia BIM, a maturidade de utilização, de implementação e de aceitação completa do BIM apresenta níveis diversos entre os participantes de um projeto. Por essa razão, um dos empenhos é a produção de documentos vindos da indústria para a padronização das atividades. Dentro desta lógica é uma prática recomendada, de modo a incentivar e melhorar a utilização, a produção de documentos internos, tais como procedimentos de avaliação de projetistas ou empresas, e produção de roteiros a serem seguidos por colaboradores.

Todas as atividades relacionadas com o contrato do projeto, sejam elas de planeamento de contratação, como controle de escopo do projeto, são trabalhos a serem realizados pela equipe BIM e devem estar consideradas no planeamento do projeto, no cronograma, no orçamento e por essa razão são corporizadas enquanto grupo de trabalho na MABIM.

Cronograma- design management

Partindo da estruturação do projeto como um mapa de fluxo de informações, é necessário visualizar as atividades implícitas de modo a distribuí-las ao longo de um período temporal. Executar a gestão do tempo do projeto é uma ação recomendada para o bom atendimento do projeto aos objetivos acordados. (PMI, 2013) Considerando esta premissa,

este grupo de trabalho na MABIM surge associado ao controle das atividades a partir do planejamento destas sob a forma de um cronograma.

Algumas das situações mais significativas para o desenvolvimento do projeto são percebidas através da organização de um cronograma de atividades, tais como: a visualização completa do projeto e os prazos para cada transferência de informação; os impactos ou a não interferência das decisões de alteração de projeto; a influência que a velocidade de transferência da informação acarreta no desenvolvimento da obra. A execução e controle contínuo do cronograma é assim um trabalho de apoio a todo o ciclo de vida e gestão do projeto.

Tendo em vista as múltiplas dimensões e interesses no seio de um projeto (gabinetes de arquitetura, construtor, projetos de especialidades, fornecedores), a montagem do cronograma leva em consideração as entidades e o momento que está sendo desenvolvido no projeto. Ou seja, dependendo do objetivo a cumprir o cronograma servirá como ferramenta de organização e verificação. Deste modo é possível abranger e integrar o conhecimento das ações realizadas pelos gabinetes de especialidades do âmbito de suas tarefas específicas. Essas organizações de projeto possuem um fluxo de trabalho que irá produzir as informações mapeadas previamente e, dependendo do tipo de contrato BIM e da relação que um gabinete tem com o projeto do empreendimento, a montagem do cronograma, por exemplo de modelação dos objetos, deve ser considerada como um cronograma interno. Este servirá ao cronograma geral do projeto que envolve as outras especialidades e à obra (Figura 26) . Essa é uma maneira de se praticar o mecanismo de interdisciplinaridade e de colaboração que o BIM incentiva.

A execução, controle e atualização do cronograma permite a garantia da visualização da necessidade da entrega da informação, permitindo o estudo de interferências e consequências de tomadas de decisões de alteração de projeto ao longo do ciclo de vida. Essas decisões são pontos críticos para o controle de escopo e o seu tempo deve ser considerado.

Outra dimensão geradora de tarefas e relacionada ao controle de tempo num projeto BIM vai além da coordenação de projetos e se enquadra na área técnica de usos BIM para o controle de tempo da obra. O cronograma de atividades da obra poderá, além de balizar a gestão do projeto como um todo, servir de ferramenta para alimentar a utilização da metodologia em obra. Uma das formas significativas de utilização é associar o cronograma da obra ao modelo digital para se unificar informações geométricas e não geométricas

(tempo). Desta maneira, abrem-se possibilidades de usos do modelo digital como o controle de medição física da obra, além de possibilitar a análise da informação necessária estar disponível(projeto), para realizar o produto (parte da obra).

Nesta seção pontuaram-se duas dimensões de atividades relacionadas com o controle do tempo no âmbito de um projeto BIM e no seio de um contrato. Assim, considera-se que devem ser consideradas como atividades no âmbito do trabalho a ser realizado pelo *BIM Manager* e sua equipa.

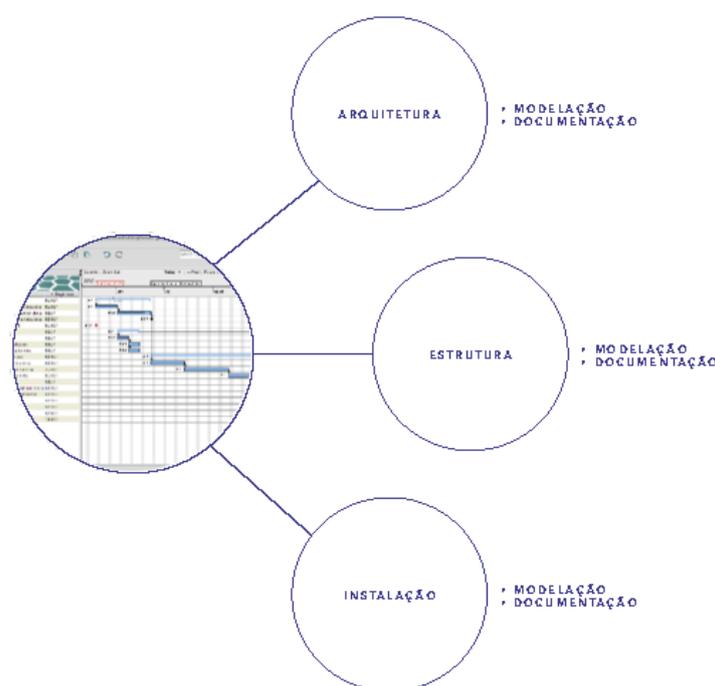


Figura 26 Cronograma-Relação interna alimentando cronograma geral

Integração de sistemas: plataforma e tecnologia

A adaptação às novas tecnologias é um importante momento no ciclo de um projeto, ou de uma organização. Sendo a metodologia BIM responsável pela inclusão de diferentes softwares e ferramentas, torna-se necessária a incorporação de diversos sistemas num mesmo método de trabalho. Por essa razão, a *Integração de Sistemas* é também considerado um grupo de trabalho na estrutura da MABIM.

Tratando-se de sistemas, a compatibilidade entre softwares é primordial para o funcionamento da metodologia. Assim sendo, esse grupo direciona a sua atenção para a definição de atividades que trabalhem as questões da interoperabilidade. Esta é uma palavra chave quando se trabalha com tecnologia e pode ser abordada de pelo menos dois modos

distintos. O primeiro deles trabalha a adaptação dos novos softwares que suportam o BIM no mesmo espaço técnico que os softwares tradicionalmente utilizados pela organização. Constitui uma boa prática, pois considerar a cultura da empresa no processo de adaptação, permite envolver o bem mais valioso do sistema, que são as pessoas. A transição de utilização de tecnologias é um ponto crítico na utilização do BIM e está associada aos treinamentos definidos e ao diagnóstico realizado no início do projeto.

O segundo modo de abordar a integração de sistemas passa por racionalizar o funcionamento entre os diversos softwares que serão utilizados no projeto. Há diferentes programas que suportam o uso da metodologia BIM. Contudo, a premissa inicial para o bom funcionamento é que estes devem poder cooperar entre si. Este é um tema de significativa importância em todas as fases do projeto, mas tem um peso relevante na fase de planejamento, já que é nesta fase que se define, por exemplo, o modo como o modelo BIM servirá à gestão do ativo construído. Para garantir essa situação, torna-se necessário que os softwares utilizados durante as fases de projeto e construção produzam informações possíveis de serem lidas e trabalhadas por programas na fase de operação. Essa situação de compatibilidade se repete ao longo do ciclo de vida de um projeto, revelando-se necessário avaliar previamente a natureza de funcionamento dos programas escolhidos, assim como os formatos de informações produzidas por estes.

A avaliação das questões de incompatibilidade tecnológica, faz parte das competências deste grupo de trabalho, definidas a partir do reconhecimento da importância do bom funcionamento do fluxo de informação definido. Essa abordagem permite ainda que novas tecnologias sejam consideradas durante o desenvolvimento do projeto, facilitando a inserção de ferramentas, plataformas ou a troca por novos e mais vantajosos, para o desenvolvimento do projeto.

Modelação -estruturação do modelo

A modelação é, de entre qualquer atividade relacionada com o projeto, a mais importante, já que é a partir da execução do modelo digital que se torna possível o desenvolvimento do projeto. Este grupo de trabalho da MABIM, juntamente com o Cronograma, pode ser entendido e executado de acordo com o grau de envolvimento do profissional no contrato (como gestor ou como projetista) e deste modo as possibilidades de atividades de trabalho devem ser expostas para que não sejam desconsideradas no mapeamento do projeto.

A importância da estruturação de um modelo digital em consonância com os objetivos do projeto é reconhecida como uma boa prática para se documentar e se planejar o modelo. A confirmação da necessidade e importância desta abordagem é documentada em guias referência da indústria, por exemplo na série de documentos COBIM (COBIM, 2012b), que pormenorizam as boas práticas de projetos no âmbito das várias especialidades. Esse assunto é pontuado igualmente em publicações de projetos que expõem a estruturação do modelo como premissa para se organizar as informações que serão extraídas posteriormente (Authority, 2015). A organização e planeamento prévio da modelação fica assim dependente dos usos que se pretende dar ao modelo digital e por isso, a forma como o modelo é executado interfere na sua utilização final.

Reconhecendo que um projeto pode surgir de inúmeros contextos (projeto de reforma, ampliação de projeto existente, projeto novo), este grupo de trabalho pretende abarcar as atividades de acordo com as necessidades impostas pelo tipo de projeto em causa. Para tal, as atividades que não se relacionam ativamente com o processo digital, mas que interferem no trabalho de modelação também são consideradas, como por exemplo a verificação de projetos 2D existentes.

Faz igualmente parte das atividades de modelação a criação e organização de ferramentas automáticas de leitura dos projetos, assim como as tabelas para quantitativos, *templates* para documentação, automatização de ferramentas internas aos softwares de modelação. Para além disto, as atividades relativas à compatibilização de documentos são igualmente realizadas no seio deste grupo de trabalho. Este tipo de produção no modelo surge relacionado também com os processo de gestão de qualidade, onde a verificação do modelo é planeada, executada e a qualidade da informação é garantida para todos os envolvidos.

O ciclo de vida do projeto e suas fases implicam importantes interferências nas atividades deste grupo de trabalho posto que, a atualização do modelo digital terá de acompanhar o desenvolvimento do projeto e da obra. Ao longo do processo de construção são definidas as informações, decisões são tomadas e o modelo digital deve replicar a situação real. Por esse motivo, atividades relacionadas ao *as built* do projeto executado e as documentações deverão ser englobadas neste grupo de trabalho.

Gestão de documentos: coordenação de projetos

O registo das informações do projeto é tema que permeia a metodologia BIM, de entre os processos há trocas de informações e essas são documentadas de várias formas, de

acordo com a necessidade e conforme o sistema de gestão em vigor na entidade em causa. Durante a evolução do projeto, é uma boa prática a gestão dos documentos de comunicação com o cliente e entre as partes envolvidas. Para tal, é necessário um planeamento que defina como essa comunicação deverá ser realizada.

O planeamento da comunicação e da troca de informações abrange todas as atividades mapeadas nos processos que são identificadas durante o trabalho de diagnóstico e de desenho dos processos do projeto. Esse método é uma forma de integrar processos tradicionais de trabalho com os processos de trabalho BIM que incentivam à implementação de novas atividades. Essas atividades possuem produtos específicos referentes a cada momento de evolução do projeto, ou seja, para cada início de atividade há um fim e deste, um produto a ser transferido para a equipe do projeto.

Dentre as informações trocadas, estão contidas as alterações de projetos, dúvidas esclarecidas, lições aprendidas, contratos de trabalho, análise dos projetos, os modelos digitais específicos das disciplinas, o registo das reuniões de trabalho, entre outras. Essa documentação não é uma característica dos processos BIM, já ocorrendo nos processos tradicionais e para isso torna-se necessário garantir que esse tipo de documento seja adaptado às ferramentas BIM.

No que respeita a um projeto BIM, o trabalho de gestão da documentação envolve plataformas colaborativas de comunicação entre as equipas. De maneira simplificada, as trocas de informações são feitas em ambientes digitais em que todos os envolvidos compartilham informações relativas às diversas fases do projeto. Esse contexto digital de cooperação é descrito nos documentos da Indústria AEC como parte necessária para o funcionamento da metodologia BIM (BSI, 2013; International Organization for Standardization (ISO), 2017), sendo práticas intrínsecas a esse processo, a definição de responsáveis por garantir cada lote da comunicação, além do momento em que esta será transmitida.

Reconhecendo a importância, a quantidade da informação que é necessário gerir no seio de um projeto BIM, foi definido um grupo de trabalho da MABIM para esse efeito. Este grupo de gestão da comunicação surge ativo em toda e qualquer fase de desenvolvimento do projeto e é a partir dessas atividades que se mantêm os processos e procedimentos da comunicação em harmonia com a evolução do projeto. Planear e garantir essa troca de informações, seguindo os processos de projeto é uma forma de garantir a qualidade durante o desenvolvimento em todas as fases.

As atividades BIM e suas relações

Conforme exposto, a organização da *MABIM - Matriz de Atividades BIM*, permite sistematizar a informação ao longo do ciclo de vida de um projeto, assente na organização de *grupos de trabalho*. Essa organização visa agrupar as atividades que possuem atributos^{3.6} em comum, oferecendo como resultado um mapa global do projeto a ser desenvolvido.

As atividades são mapeadas de acordo com as necessidades de cada projeto, são identificadas através de um diagnóstico inicial, apresentando um panorama geral dos trabalhos. A partir disso, as atividades são listadas e suas posições são definidas para cada situação em apreço. É importante salientar que a posição das atividades na Matriz não é fixa na dimensão do ciclo de vida do projeto e o dinamismo das atividades acompanha as características das trocas de dados durante as várias fases de um projeto. Esta característica foi explorada em estudos anteriores, que referem a relação de dependência do tipo e forma de troca de informação, com a maturidade BIM de uma entidade ou organização (Succar, 2009).

Dito de outro modo, podemos referir que a troca de informação e conseqüentemente a sua execução, depende das relações instituídas, podendo estar, ou não, subordinada às necessidades do projeto. Tais relações, por sua vez, estão diretamente vinculadas ao tipo de contrato estabelecido, já que esse é o documento que atesta os níveis de interferência que cada parte terá no projeto. Desta forma, um contrato em que haja a participação do construtor no início do projeto terá atividades relacionadas à troca de informações sobre modelação com esse *stakeholder*, logo no momento inicial do projeto, em oposição aos contratos em que essa comunicação não está considerada. Outra situação prende-se com a avaliação de criação de procedimentos relativos a troca de documentação técnica entre organizações que não possuem a metodologia BIM implementada. Nestes casos, todas as atividades relativas à produção dessa informação terão ser consideradas. Coloca-se neste ponto a intenção de ponderar as atividades BIM à realidade da maturidade BIM mundial, que no momento desta pesquisa, apresenta-se de maneira não nivelada entre os países, conforme já exposto (2.3O panorama BIM na Indústria AEC).

O modelo estruturado da Matriz, visualizado enquanto *mapa geral*, visa o entendimento de maneira clara e organizada de todas as atividades que são necessárias executar para se obter o produto contratado. O formato de *mapa geral* permite que a equipa compreenda e avalie quais as melhores ferramentas disponíveis para executar as tarefas, além de estruturar o processo de trabalho enquanto condição intrínseca à metodologia BIM

e que, complementarmente, incentiva os participantes a trabalhar de forma mais próxima e integrada (Pruskova & Kaiser, 2019).

A *Matriz de Atividades BIM* não objetiva avaliar o nível de implementação da metodologia no projeto, mas não descarta a possibilidade de se aplicar métodos já desenvolvidos para tal, como são exemplo as *frameworks* que identificam estágios de aplicação como nos foi proposto por Succar (Succar, 2009), ou a aplicação de níveis de performance sugeridos por W Wu (W Wu et al., 2018a, 2018b). Tais abordagens são sempre complementares à discussão sobre o que é preciso executar em cada momento do projeto. Além de validarem o dinamismo das atividades, defendem que a colaboração entre as equipas e o aprendizado ao longo do tempo, através do uso da metodologia BIM, alteram as relações entre elas.

As atividades como esforço de trabalho

3.7. Após a apresentação do conceito geral de organização das atividades na MABIM, revela-se se necessário a contextualização da ferramenta no âmbito teórico, pois o estudo das relações entre atividades que representam o esforço de trabalho para realizar o produto é tema de significativas pesquisas na área. Além do mais, a integração entre estas, além de servir como geradora de fluxos inter-organizacionais, é igualmente parte do fluxo de informação do projeto e da construção (Papadonikolaki et al., 2017), ou seja, ultrapassa a escala do projeto e atinge a escala da coordenação.

Num extenso estudo apresentado por Aibinu (A. A. Aibinu & Papadonikolaki, 2020) acerca das conexões entre tarefas e sobre métricas de eficiência de transferência de informações num projeto BIM, as atividades realizadas durante o ciclo de vida do projeto são analisadas com o intuito de mapear o esforço despendido (trabalho por hora de um profissional para executar uma tarefa²⁴) numa implementação BIM em contexto de projeto real.

Outras reflexões relevantes acerca do esforço, no âmbito da teoria de gestão de performance, foram realizados de modo a explanar trabalhos anteriores como os relativos à curva de Mac Leamy (McLeamy, 2004), a qual demonstra os efeitos e esforço de trabalho em um projeto BIM ou não BIM (Figura 27), ou a comparação de esforços em diferentes estágios de processos de trabalho como descrito por Banks (Banks, 2015), além da

²⁴ Definição de “Effort”, utilizada pelo autor (A. A. Aibinu & Papadonikolaki, 2020)

abordagem sobre interdisciplinaridade das relações (Malone & Crowston, 1994), que geram diferentes conexões durante o ciclo de vida do projeto. As atividades, neste contexto, manifestam relações entre os recursos humanos que as executam e se apresentam de forma compartilhada, em dependência uma das outras e de forma simultânea, gerando sequências de interdependências. Assim, identificar esses pontos de encontro das relações será fundamental para uma eficaz distribuição dos recursos ao longo do ciclo de vida do projeto (Figura 28).

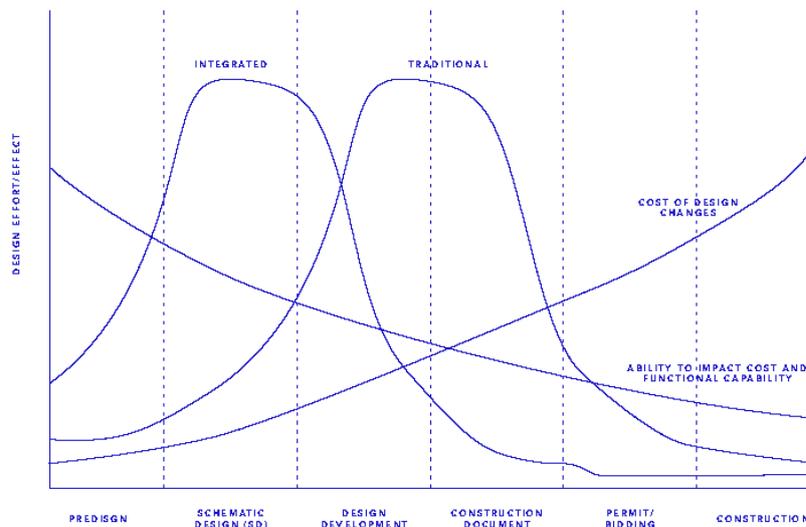


Figura 27-Ilustração da curva de MacLeamy(McLeamy, 2004)

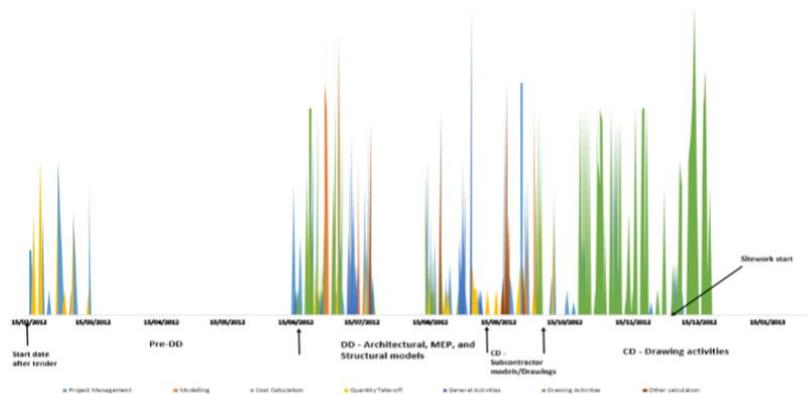


Figure 9: Effort distribution visualization for Project A showing interdependencies among tasks

Figura 28-Ilustração de distribuição de esforço de trabalho (A. A. Aibinu & Papadonikolaki, 2020)

Partindo deste contexto, retoma-se a direção da investigação sobre a dinâmica que existe entre a transferência de informações num projeto BIM, apresentado por Aibinu (A. A.

Aibinu & Papadonikolaki, 2020) como estando relacionada com a eficiência dos resultados, a colaboração entre equipes, a eficaz distribuição de recursos e a identificação das interdependência das atividades. Considera-se ainda que as dinâmicas podem apresentar diferenças, dependendo do grau de envolvimento dos atores do projeto. Ou seja, as relações e esforços de trabalho são diferentes em contratos de *Design Building* (DB) ou *Design Bid Building* (DBB).

Correlacionado a isso, aborda-se igualmente a questão do investimento financeiro aplicado na coordenação dos diferentes tipos de projeto e as consequências que as relações de comunicação de informações acarretam. A título de exemplo, apontam-se as relações centralizadas e descentralizadas, sendo a coordenação centralizada uma estrutura que facilita a gestão das atividades interdependentes e que também influencia na distribuição dos esforços. A descentralizada é representada por mais de uma equipa gerindo o projeto BIM, mais econômica no âmbito geral, mas que acarreta em maior custo de coordenação de projetos.

A compreensão da dinâmica dos esforços a partir dos resultados de projetos reais é defendida no estudo em causa como uma melhoria ou evolução da curva de Mac Leamy, já que aborda o contexto em que os problemas foram identificados e consequentemente as relações estabelecidas. Desta forma, cria-se um modelo no qual é possível identificar onde, quando e porquê as entradas foram executadas e quais os resultados obtidos. Em complemento, apresenta-nos a dinâmica de análise dos esforços do projeto enquanto processo de relação, com as lições aprendidas expostas pelo PMBOK (PMI, 2013) e desta forma, demonstrando a antecipação de um processo de gestão com a implementação da colaboração nos processos de projeto.

Um outro aspecto da Indústria AEC a ser considerado no sentido de compreender o mapa da colaboração BIM, é a circunstância de que atividades não são somente interdependentes entre si, como também são interdependentes no âmbito dos atores que as executam e das decisões tomadas durante o processo. Esse contexto é desenvolvido numa análise comparativa entre dois casos de estudos afim de avaliar as relações formais e informais entre os atores durante a gestão da cadeia de produção, considerando questões de tipos de contrato e relações de hierarquias estabelecidas (Papadonikolaki et al., 2017). Considerando esta realidade, foram analisadas as trocas de informações durante as fases de projeto e as comunicações efetuadas entre os intervenientes. Este estudo foi considerado nesta investigação pois apresenta uma convergência de estratégia no sentido de valorizar a

atuação do arquiteto, colocando-o enquanto personagem crucial na gestão da cadeia de produção e também da informação.

O estudo aponta-nos aspetos importantes como são o reconhecimento, análise e medição das relações informais, colocando-as no espectro da coordenação, e apontando a necessidade de planeamento dessa gestão. As trocas formais, no entanto, seguem as normas e contratos, assim como a participação de fornecedores no processo de produção da informação. Esses atores são incentivados a participar desde as discussões iniciais do projeto como forma de boa prática de gestão. As comunicações informais, seu cultivo e incentivo são também expostos como uma mais valia no contexto de gestão da cadeia de produção.

A MABIM foi fundamentada e desenvolvida sobre esta análise teórica, sendo que a informação disponível sobre este tema ainda não é ampla. Contudo, aponta-nos direções de interesse acerca do entendimento das relações nas fases de projeto para compreender os mecanismos da dinâmica das informações. Além disso, verifica-se existir uma exploração cada vez mais significativa da conceção da coordenação do projeto como um ambiente único de troca de informações. Alicerçada nesta convicção, a matriz de atividades passa a ponderar também as relações externas, de contexto real, dos projetos em que é aplicada.

3.8. **Pesos das atividades**

A partir do entendimento das atividades BIM como uma complexa rede de ações que ditam um percurso do projeto, que possuem inter-relações de dependência durante todo o ciclo de vida e dos esforços de trabalho percebidos, considerou-se a aplicação de pesos para cada atividade.

Na ferramenta isso se expõe como uma opção do usuário em classificar hierarquicamente (1, 2 ou 3) cada atividade e essa classificação surge associada a um custo financeiro. Foi assim elaborada para possibilitar uma melhor gestão entre valor e tempo de cada ação, já que existem diferentes níveis de dificuldade e responsabilidade entre elas.

Validação e aplicação

A validação da ferramenta MABIM é feita através de duas vertentes: teórica e prática. A teórica surge fundamentada pela literatura específica e a prática é realizada através de estudos de caso onde se propõe o confronto da teoria descrita.

Os estudos de caso têm objetivo de auxiliar na compreensão de situações complexas, com variáveis técnicas e sociais diversas, buscando a percepção de como as teorias se comportam, e respondendo com uma análise qualitativa dos testes executados.

Para tal, nessa Investigação foram selecionados os seguintes estudos de caso: Tabela 28. O segmento prático da Investigação se dará em detalhe nos capítulos subsequentes.

Tabela 28- Estudos de Caso selecionados

	Área	Caso de Estudo
1	Construção	Zagope Engenharia
2	Construção	Matec Engenharia
3	Construção	Método Engenharia
4	Projeto	Modulor Arquitetura
5	Projeto	Marta Campos
6	Projeto	Estúdio Mais Um
7	Projeto	Pontto Quatro

3.10.

Notas finais do Capítulo 3

Neste capítulo foi apresentada a ferramenta Matriz de Atividades BIM (MABIM). O desenvolvimento da ferramenta foi uma consequência da necessidade de resolução da problemática de planejamento de um projeto BIM. A organização em formato Excel permitiu o desdobramento do raciocínio lógico no decorrer do trabalho, permitindo o acréscimo de informações consoante às oportunidades, assim como a automatização de algumas ações.

Toda a estruturação foi baseada em literatura especializada, o que permitiu a progressão de ideias que se traduziram em um método de organização de dados referentes às atividades BIM necessárias para se realizar um projeto em todo o seu ciclo de vida, considerando as etapas significativas sobre Coordenação de Projetos.

A evolução da criação da matriz culminou no produto final que é estruturado horizontalmente pelas etapas de ciclo de vida e verticalmente pelos 10 grupos de trabalho. Essa conformação permite que o *BIM Manager* acrescente atividades BIM de maneira estruturada, de forma a reduzir o risco de perda de informação ao longo do processo.

O produto final consiste num mapa de atividades onde é possível a realização análises relativass ao custo de cada atividade e ao tempo necessário para execução, para além de avaliação gráfica da análise quantitativa dessas variáveis. Isso permite ao *BIM Manager* perceber se há discrepância entre dispêndio de energia criativa ou executora da equipa em excesso ou em falta, de acordo com as fases do projeto. Além disso, a ferramenta cria um banco de dados de planeamento de projetos BIM que pode ser utilizado em oportunidades futuras.

A visualização da MABIM, sob a forma gráfica como sendo um mapa geral do projeto BIM, permite a perceção da transversalidade das atividades no seio de um projeto, ratificando a importância de ações relacionadas com a gestão de projetos a serem executadas por um arquiteto, assim como as ações técnicas relacionadas com projeto e utilização de softwares de modelação. Essas relações são consideradas e discutidas por meio de referências técnicas sobre tema, cujos conteúdos tratam sobre a transferência de dados e informações durante o projeto e também sobre relações de esforço de trabalho.

A estruturação teórica da MABIM revelou-se de uma particular importância neste trabalho, no sentido em que permitiu expandir os caminhos da Investigação como por exemplo, no acréscimo da consideração de pesos específicos diferenciados para cada atividade, visto que existirem diferentes executores ou níveis de dificuldade significativos entre elas.

A validação da matriz se dá pela vertente teórica apresentada e pela aplicação prática em estudos de caso. Essa ferramenta é igualmente a base que estrutura a componente prática da Investigação sobre BIM Educação, abordada nos capítulos 4 e 5.

Neste sentido refere-se que o desenvolvimento da MABIM, sustenta o desenvolvimento prático da Investigação, permitindo a interação entre a autora, os participantes e o registo dos projetos BIM executados ao longo da evolução deste documento de Tese.

CAPÍTULO 4. BIM EDUCAÇÃO –

Uma primeira abordagem via Análise bibliométrica

Este capítulo propõe a organização da informação realiva a um segundo momento da avaliação do tema *BIM Educação*. Conforme referido no 0, a compreeção do panorama atual sobre uma determinada matéria é o primeiro passo para criar embasamento teórico e, a partir disso, criar possibilidades de abordar o tema. Consciente disso, a abordagem teórica ao tema *BIM Educação*, recorre a um método estruturado de busca e organização da informação. Para o efeito foi desenvolvida uma análise bibliométrica com recurso à ferramenta VOS Viewer, software de análise e cruzamento de dados acadêmicos.

O objetivo da pesquisa foi prmitir embasar as buscas por literatura especializada, validada por revisão por pares, através de um método científico validado e, a partir dos dados obtidos, fazer análises direcionadas para esta Investigação. Essa fase do trabalho de investigação pode ser dividida em duas fases: análise do contexto acadêmico (relações entre autores, documentos, palavras chaves mais utilizadas e interpretações dessas relações); e a avaliação qualitativa dos documentos selecionados. Essa estratégia, fornece-nos o quadro situacional do tema, ou seja, um mapa da produção científica sobre o tema *BIM Educação* e conseqüentemente, possibilita consulta a interpretação dos trabalhos relevantes publicados (documentos selecionados a partir dos filtros utilizados).

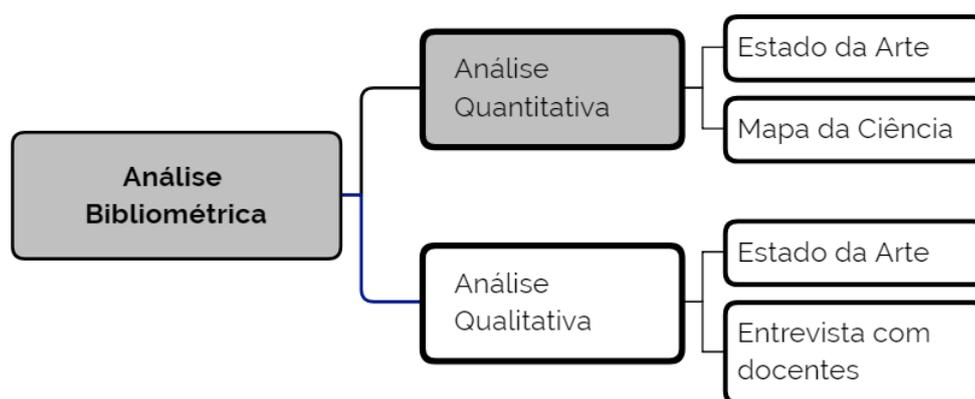


Figura 29 Organização do Capítulo 5: Análise bibliométrica quantitativa

Nesta seção são descritos os processos de ambas as análises, iniciando com a *quantitativa*. Nela se descreve o método utilizado e os dados obtidos, regista-se igualmente o embasamento teórico necessário para o entendimento da teoria da análise bibliométrica e

a utilização do *Software VOSViewer*. Esse trabalho foi utilizado na 0 seção 0 e parte do conteúdo, publicado em 2020 (Mizumoto & Oliveira, 2020a, 2020c).

A análise *qualitativa* fundamenta-se no entendimento teórico dos documentos selecionados. Os conteúdos foram analisados e discutidos na 0 seção 0. A matéria dessa análise foi utilizada para a abordagem prática através do desenvolvimento de uma entrevista direcionada a docentes das instituições de ensino superior selecionadas para os Estudos de Caso.

A entrevista visa confrontar os dados provenientes da análise bibliométrica, que relatam os principais grupos de assuntos sobre o tema e o modo como estes tem sido abordado no contexto do ensino superior, e em concreto na instituição em questão. A entrevista é orientada igualmente para permitir uma leitura sobre a opinião e visão dos docentes sobre os assuntos abordados.

As questões foram elaboradas de maneira estruturada e estão nessa seção ilustradas de forma resumida.

4.2. **Análise quantitativa do Mapeamento da produção científica em BIM Educação**

A análise bibliométrica foi desenvolvida para suportar o valor da argumentação sobre a temática *BIM Educação*, num panorama geral e o mais atualizado possível. Para o efeito, foi organizada e desenvolvida uma investigação secundária que permitiu desenvolver uma análise e o monitoramento da estrutura desta temática. Esta etapa da investigação surge acompanhada com um *Estado da Arte* sobre *bibliometria* a fim de se compreenderem os métodos utilizados neste subtópico bem como os resultados obtidos a partir da bibliometria.

Abordagem à bibliometria

O principal método utilizado para a organização desta sub investigação passou pela impenetração de uma *análise bibliométrica*. Existem diversas definições possíveis para o termo na literatura específica (Hood & Wilson, 2001) e este pode ser traduzido como o trabalho de análise quantitativa e estatística de livros, artigos e outras publicações. Para além deste fato, a *análise bibliométrica* permite o monitoramento e análise da estrutura de crescimento da ciência numa área de conhecimento ou temática específica (Thomsom Reuters, 2008). Para lá do termo - *Bibliometria* - surgem outros similares como

Cientometria e Infometria. Os termos que divergem em significado, (Hood & Wilson, 2001) mas neste contexto serão tratados como sendo semelhantes, já que nos apresentam métodos de pesquisa equivalentes.

O método quantitativo para analisar dados de uma bibliografia selecionada, orienta o investigador, mesmo antes do início da investigação, pois com os resultados obtidos é possível visualizar um panorama representativo da complexidade do campo temático sob indagação (Zupic & Čater, 2015). O cenário obtido permite uma aproximação a um complexo sistema formado por relações sociais entre pesquisadores, bases de conhecimento utilizadas pelos mesmos, subtópicos das pesquisas e arquivos de publicações (Morris & Van Der Veer Martens, 2008, p. 273).

A bibliometria permite ainda amenizar a eventual subjetividade de leituras que pode caracterizar as fases preliminares de uma pesquisa bibliográfica, já que com este método o pesquisador tem acesso à dados mais direcionados e usa um maior número de opiniões de pesquisadores que trabalham no mesmo campo de investigação.

A quantificação da literatura científica produzida e suas interações é um método estudado e utilizado para a avaliação, ou para justificação de performance dos autores e locais de publicação (E. Garfield, 1979; Schmidt, 2008). Nesse sentido, para Garfield, a interpretação dos resultados de uma análise quantitativa de uma referência altamente citada indica que um grande número de pesquisadores encontrou utilidade para o tema e consequentemente o fator de importância ou impacto da publicação indica que esta é cientificamente útil (E. Garfield, 1979).

A partir desta linha de raciocínio, há um grande leque de possibilidades para a utilização desses dados, sendo estes atualmente responsáveis pela avaliação e de tomada de decisões por parte das Universidades, entidades governamentais e agências de financiamento (Thomsom Reuters, 2008), as quais utilizam ferramentas, índices, parâmetros de comparações, reconhecimento de influências e eficiência, refletindo-se num maior ou menor investimento em determinadas linhas de pesquisa e instituições de ensino e investigação. Em consequência, a visualização dessa rede de relações bibliográficas torna-se interessante para os profissionais da área (Henry Small, 1999).

Mapeamento Gráfico

Um mapa é a representação da estrutura e a interconexão dos elementos conhecidos de um sistema (Morris & Van Der Veer Martens, 2008, p. 215). No contexto da produção científica, o seu mapeamento gráfico, ou melhor referindo o mapeamento da bibliometria é

a representação do modo como as disciplinas, especialidades, artigos individuais ou autores estão relacionados entre si (Henry Small, 1999), e utiliza dados coletados a partir da análise bibliométrica, ou seja, seleção das referências feita por método quantitativo anteriormente estruturado.

O mapeamento da rede de conhecimento é importante para ilustrar relações entre assuntos de pesquisas que têm o mesmo propósito mas que se apresentam afastados, mas que podem estar ligados genealogicamente, como descreve Holton (Holton et al., 1996), num estudo onde defende que pesquisas básicas emprestam resultados de pesquisas aplicadas e vice e versa, enfatizando a importância para a ciência de aplicações ou interações não intencionais, permitindo “insights” ao atual estado do conhecimento (Henry Small, 1999) através da visualização de informações relacionadas, mas que se encontram dispersas na rede do conhecimento científico.

Para além da sua importância, o mapeamento do conhecimento científico possui outras virtudes e objetivos (Morris & Van Der Veer Martens, 2008, p. 242) como a identificação dos conceitos usados pelos especialistas em cada área de atuação, tais como: teorias, modelos, técnicas matemáticas; o agrupamento formando uma base para o conhecimento, demonstrando as peças e as relações hierárquicas, identificação das fronteiras, identificação das influências entre os pesquisadores, tais como a utilização de termos anteriormente já mencionados para o avanço de uma nova pesquisa.

Compreender a performance da ciência através de estatísticas e suas relações tornou-se uma atividade complexa. Pesquisadores passaram a analisar grandes redes de dados e deste modo a mera experiência profissional ou conhecimento pessoal revelam-se insuficientes. Em consequência, a preocupação em desenvolver métodos para tratamento de dados (Schmidt, 2008) e visualização gráfica facilitada (van Eck & Waltman, 2010) é uma realidade, transformando-se numa abordagem poderosa para analisar uma grande variedade de redes bibliográficas. Estas variam entre redes de relações de citações entre publicações, coautoria entre pesquisadores, locais de publicações ou relações de coocorrência entre palavras chave (van Eck & Waltman, 2014).

Tipos de relações

A utilização de dados no mapeamento da bibliografia não é um assunto novo, já em 1955 Garfield, quando iniciou o desenvolvimento do *Science Citation Index* (SCI), propunha um sistema de bibliografia que pretendia eliminar citações acrílicas ou dados

fraudulentos, incompletos ou obsoletos (Eugene Garfield, 1955). O SCI deu início à base para as teorias de análise de citações atuais (Börner et al., 2003) e à introdução do entendimento sobre a utilização de estudos de referências passadas como métrica possível para medir a influência dos primeiros documentos em trabalhos subsequentes. (Morris & Van Der Veer Martens, 2008, p. 227).

Contudo, foi somente a partir da disponibilização *on-line* de bancos de dados que ocorreu a disseminação e proliferação de estudos utilizando esse método (Zupic & Čater, 2015). Os dados, na sua maioria, são constituídos por publicações formais que necessariamente são: verificadas, acessíveis, publicadas, inalteráveis, citáveis, com resumos, indexáveis, com escopo e tamanho limitado, com conteúdo original (Morris & Van Der Veer Martens, 2008, p. 246), incluindo as publicações especiais como teses acadêmicas, artigos de conferências e livros. Adicionalmente, a abertura para uma maior disseminação também foi favorecida pela possibilidade de utilização de ferramentas computadorizadas para auxiliar no processamento dos modelos de meta dados, os quais são a base para as ferramentas de pesquisa da literatura.

É vasto o campo de conhecimento sobre os tipos de relações que podem ser extraídas de um banco de dados de bibliometria, como demonstra Börner (Börner et al., 2003) expondo diversas técnicas usadas para o mapeamento e visualização dos domínios da ciência. A rede de relações consiste em nós e arestas, sendo os primeiros, as informações principais (publicações, palavras chave, locais de pesquisa) a serem relacionadas e o segundo, as relações entre elas (van Eck & Waltman, 2014).

Estudos sobre visualização das redes de bibliometria (van Eck & Waltman, 2014; Zupic & Čater, 2015) expõem os principais tipos de relações bem como os mais comumente estudado: as relações de citações; a coocorrência de palavras chave e coautoria. Sendo que as relações de citação se dividem em: citação direta (*direct citation*)_ co-citação (*co-citation*) e acoplamento (*bibliographic coupling*). Estas relações são igualmente abordadas de forma estruturada nos trabalhos de Morris (Morris & Van Der Veer Martens, 2008), utilizado-se os mesmos como base para a presente investigação.

Relações de citação

A relação de *co-citation* define-se por duas publicações referenciadas por uma mesma terceira publicação, logo, entende-se que há uma relação entre as duas primeiras. Tal

relação proporciona uma ferramenta para monitorar a produção científica e avaliar o nível de interpelação e hierarquia entre as especialidades(Henry Small, 1973).

Essa relação pode ser mensurada pela frequência em que duas publicações são citadas juntas, conforme exemplificado por Small (Henry Small, 1973; Henry Small & Griffith, 1974), o mesmo revela ainda que, além da relação entre elas, a *co-citation* é uma categoria em que os padrões de dados são alterados conforme se acrescentam novos autores. Esta se diferencia do conceito de *bibliographic coupling*, onde duas publicações são consideradas “*bibliographic coupled*” se uma terceira publicação foi citada pelas mesmas duas primeiras. Esta é uma relação de sobreposição e quanto mais duas publicações tiverem citações em comum, maior será a relação entre elas, demonstrando que formam um grupo de documentos que compartilham a mesma base de conhecimento (Morris & Van Der Veer Martens, 2008, p. 270). Já a citação direta, esta não é significativamente utilizada pois resulta de uma rede esparsa de informações.’

Relações de Coocorrência

A relação de Coocorrência ou *co-word* é utilizada para a verificação das relações entre palavras-chave. Estes dados podem ser retirados do documento, desde o título ao *abstract*. Esta técnica resulta em uma lista de documentos em que esses termos ocorrem, criando uma métrica mais objetiva com relação à homogeneidade, do que nas análises apenas de co citação (Morris & Van Der Veer Martens, 2008, p. 229).

Relações de Coautoria

A relação de coautoria traduz-se na verificação dos dados de publicações que possuem os mesmos autores, ou o mesmo local de publicação como países ou centro de investigações. A interpretação desse tipo de relações mostra como essas publicações colaboram entre si, identificando os tipos e os níveis de colaboração(Morris & Van Der Veer Martens, 2008, p. 271).

Visualização

A redução da literatura a um modelo de dados definido pelo usuário, como é chamado o conjunto de informações selecionadas com objetivos de respostas específicas, ou, como definido por Morris (Morris & Van Der Veer Martens, 2008, p. 215) como a representação

que permite o utilizador executar análises quantitativas do comportamento e da estrutura do sistema em questão, permite a utilização dos dados para diversas análises, tais como: contagem de citações; separação por anos de pesquisa; fatores de impacto; geração de rankings. Para melhor entendimento de tais performances, foram desenvolvidas formas de visualização dessas relações.

A visualização das relações entre as referências de interesse, isto é, o mapeamento gráfico da produção científica, ganhou um aliado em 1991 com a introdução de um programa de mapeamento: *SCI-Map* (H. Small, 1994) que demonstrava o processo de agrupamento (clusters) e permitia o pesquisador controlar e visualizar em imagem 2D por meio de um processo de triangulação dos dados. Esse processo geométrico representa a distância entre os objetos (Henry Small, 1999), sendo as menores de maior relação e as maiores, menor relação entre os dados.

Como esclarece Börner, (Börner et al., 2003), que descreve de maneira consistente as diferentes métricas, técnicas e tipos de visualização das áreas do conhecimento, o *SCI Map* cria mapas de uma área de pesquisa especificada pelo usuário, usa os dados do autor, artigo, ou palavra chave como um ponto de partida para a criação de um mapa controlado por suas conexões e diferentes co- citações que se encontram em fronteiras mais ou menos distantes de acordo com suas relações.

A partir deste software, desenvolveram-se novas formas de análise e de agrupamento, possibilitando a visualização de uma extensa rede de relações de interdisciplinaridade, com alguma similaridade entre os dados das citações. Em consequência, as formas de visualização se tornaram cada vez mais automatizadas e sofisticadas conforme os avanços da computação. Contudo, como destaca Morris (Morris & Van Der Veer Martens, 2008, p. 273), torna-se necessário ter alguma cautela na sua utilização pela possibilidade que existe de esta apresentar falhas na leitura e apresentação de dados. A forma de tratar os dados para reduzir o risco de incorreções é um tema a considerar quando se opera com bibliometria a partir de base de dados manipuláveis. Uma preocupação recorrente é a duplicação de documentos, tratada com precisão, por exemplo nos estudos de (Schmidt, 2008, p. 97), que contorna o problema por meio de ferramentas de meta-análise dos dados.

A evolução da computação foi sentida também na representação gráfica dos modelos. Diversas pesquisas deram atenção particular às questões técnicas da representação (Börner et al., 2003; Skupin, 2004) que, presentemente, já não são suportadas por softwares que tratam pequenas quantidades de dados, tornando-os inadequados para a análise de

bibliometria (van Eck & Waltman, 2010, p. 524). Para a representação satisfatória dos dados, utilizando funcionalidades como a possibilidade de *zoom*, definição de densidades e com preocupação na qualidade da visualização gráfica, foi introduzido em 2010 o *VOSviewer* um novo software orientado para a visualização de redes bibliométricas.

Trata-se de um software gratuito, que utiliza mapas de dados, controlados pelo pesquisador, que permite avaliações que buscam similaridade, por exemplo, construindo mapa de autor ou *journals* baseado em co-citação ou coocorrência de palavras chave. Este recurso, foi utilizado nesta investigação em detrimento de outros programas, como Pajek ou SPSS por se considerar a sua superioridade em termos de qualidade de representação e análise de dados, baseado em estudos comparativos anteriores (Van Eck et al., 2010; van Eck & Waltman, 2010, 2014). Além disso, o *VOSviewer* permite atingir um bom design para o output da visualização dos dados e oferece ao usuário algumas vantagens, como nos destaca Borner (Börner et al., 2003, p. 209) que foram também consideradas para a respectiva escolha: a capacidade de compreender uma grande quantidade de dados, em grande e em pequena escala; a redução do tempo de percepção da pesquisa; o melhor entendimento de dados complexos; o ênfase em relações que nem sempre são colocadas em evidência; a possibilidade de analisar os dados em muitas perspectivas simultaneamente; a facilitação da formulação da hipótese e de melhoria na comunicação.

Clusters

Compreender a estrutura das áreas de especialidade é uma forma de mensurar a ciência, sendo que esta que não tem apenas como função produzir conhecimento público, mas também, produzir conhecimento validado (Morris & Van Der Veer Martens, 2008, p. 239). Validação esta que pode ser realizada através da aglomeração dos resultados em nuvens de similaridade ou *clusters*, formando um modelo, ou seja, a estrutura das áreas de especialidade testadas, que nos mostra as relações de interconexão desses elementos.

Identificar a relação entre os elementos dos clusters é uma forma de validação científica, já que as áreas de especialidades são na ciência a maior unidade que contém homogeneidade suficiente para garantir um mapa detalhado (Morris & Van Der Veer Martens, 2008, p. 239). Nesse contexto, um mapa detalhado permite mensurar o impacto da descoberta científica por outros especialistas.

Neste sentido, há diversos tipos de técnicas de análise de dados (Zupic & Čater, 2015), e os três tipos mais comuns de mapas que resultam destas técnicas e que são utilizados

nos estudos de bibliometria são: “*distance mapped maps, graph-based maps e timeline based maps*”(van Eck & Waltman, 2014, p. 4). O primeiro permite mostrar a relação em escala multidimensional das relações, quanto mais próximo, mais relacionado está. O segundo trabalha com arestas e estas representam o grau de relação entre os dados e é indicado para pequena base de dados pelo motivo de sobreposição gráfica que esta visualização pode apresentar. E o terceiro faz a ligação entre as referências por via de um ponto específico no tempo.

A visualização explorada no contexto da presente investigação, como referido anteriormente, é sustentada pelo *VOSviewer*, baseada em distância entre os grupos de dados, técnica validada por Waltman, van Eck e Noyons (Waltman et al., 2010).

Aplicação

4.3. O trabalho de análise proporcionada por uma ferramenta de análise bibliométrica como o *VOSviewer* permite uma visualização rápida do centro das informações, porém, com alguma perda de informação, ou com limitações na mesma. Como analisado por Waltman (van Eck & Waltman, 2014, p. 28), a ferramenta possibilita visualizar quem cita quem, contudo não permite perceber o porquê. Neste sentido, revela-se se necessária uma análise qualitativa para um aprofundamento das questões de uma investigação.

Considerando estes factos, foi organizada uma análise da estrutura da produção científica a partir do tema de interesse da presente investigação: *BIM Educação*. Para tal, foi executada uma sequência de atividades que visaram organizar um banco de dados para ser analisado posteriormente.

Palavras-Chave

No início do processo foram realizadas buscas sistemáticas através da plataforma *Web of Science* a partir de um conjunto de palavras chave. Esse grupo de palavras foi combinado por uma matriz: *1-BIM, 2-Building Information Modeling, 3-Building Information Modelling, 4-Building Information Model; a-Educational, b-Education, c-Teaching, d-Learning, e-Course, f-Curriculum, d-Training; e-Construction education, f-Architectural education*. Foram obtidas 36 combinações e cada uma destas representa uma lista de dados de referências, totalizando 670 publicações entre os anos de 1900 a 2019, período de busca da plataforma *Web of Science*.

Após a recolha dos dados do *Web Of Science*, foi executada uma verificação geral dos dados para se excluir documentação duplicada, sendo que o mesmo procedimento foi adotado em outras situações da pesquisa, nomeadamente para a análise de coocorrência de palavras chave. Nestas, o arquivo gerado pelo VOSViewer foi posteriormente tratado com recurso ao Excel, para expurgar palavras duplicadas, assim como para as análises dos locais de publicação.

Foram definidos os parâmetros para iniciar as análises, a escolha visou definir um panorama geral para o ambiente científico em causa, baseado em critérios utilizados em estudos anteriores (Börner et al., 2003, p. 192), como para os mapas de palavras chave, cujo critério usado foi o número mínimo de cinco ocorrências para serem consideradas.

Para analisar o banco de dados, a literatura específica (Zupic & Čater, 2015, p. 22) recomenda que se efetue uma organização em grupos de interesse de resultados, assim como uma organização prévia das atividades. Seguindo esta recomendação, os objetivos das análises foram organizados a partir da divisão em três grupos: (1) Estrutura da rede de conhecimento (grupos de publicações, autores e conceitos), (2) a dinâmica das relações durante o período das publicações registadas e (3) nas questões da investigação.

Estrutura da rede de conhecimento

Parte deste estudo e análise foi já apresentado no âmbito do capítulo 2.7 Educação BIM e nesta seção serão expostas as análises complementares.

Coocorrência de palavras-chave

Um dos objetivos iniciais da pesquisa foi encontrar relações entre *BIM Educação* e os assuntos mais abordados pelos especialistas para perceber os temas de maior interesse e assim, encontrar conceitos relacionados. Para tal, foi iniciada a busca através de palavras chave e suas relações de coocorrência no contexto do *VOS Viewer*.

Foram utilizados os parâmetros :1-co-occurrence, 2-all keywords, 3-full counting, a lista gerada foi tratada de modo a serem retiradas as palavras em duplicidade e ainda, aplicado o filtro de número mínimo de 5 ocorrências. Essa análise resultou em 1833 palavras chave relacionadas, e 84 delas dentro das fronteiras estabelecidas pelos filtros.

O resultado inicial (Figura 30) apresenta os assuntos publicados de maior interesse por parte dos especialistas. Interpreta-se por esse método, que quanto maior as relações entre

os dados, maior a proximidade entre eles. Sendo assim, os dados do centro tem mais inter-relação que os dos extremos. Estes dados podem ser interpretados como assuntos menos correlacionados, como em desenvolvimento, ou como novidade na área de especialidade.

Esse resultado da estrutura geral da especialidade ordena a pesquisa em 3 níveis de hierarquia e estas podem ser usadas para criar buscas específicas e direcionadas sobre os temas: 1º nível: BIM educação, 2º nível - grupos de maior interesse, 3º nível: subtemas.

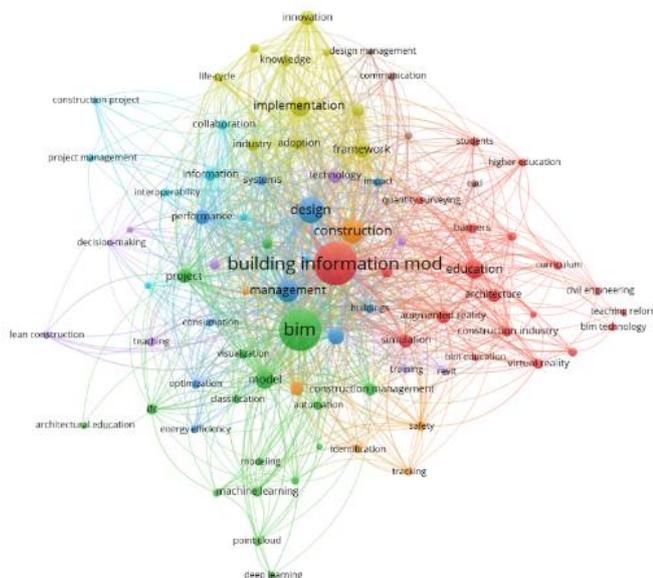


Figura 30-Quadro 1

Através dos resultados extraídos do *VOSViewer* atesta-se que há oito grupos (clusters) de palavras que se relacionam em maior intensidade com assuntos específicos (conforme exposto no 0 seção 0. Essa classificação representa os resultados para as palavras que mais se relacionam e não necessariamente que estejam estáticas em suas relações com outras de outros grupos, assim sendo, o resultado é um indicador de como a rede de conhecimento do *BIM Educação* tem se estruturado.

Tabela 29 Níveis de relação entre palavras-chave

Nível 1: BIM Educação		
Grupos	Nível 2	Nível 3
1	building information modeling	Education, simulation, augmented reality, architecture, barriers, construction industry, students, sustainability, gamification, virtual reality, higher education, curriculum, quantity, surveying, civil engineering, engineering education, project-based learning, bim education, bim technology, teaching reform
2	bim	Model, project, construction management, visualization, ifc, automation, case study, machine learning, classification, photogrammetry, modeling, reconstruction, point cloud, laser scanning, deep learning, architectural education
3	design	Management, system, performance, systems, impact, buildings, optimization, consumption, prefabrication, energy efficiency
4	implementation	Framework, challenges, adoption, industry, innovation, integration, knowledge, life cycle, construction projects
5	technology	university, construction education, teaching, decision-making, Revit, training, curriculum development, lean construction
6	information	Collaboration, cost estimation, interoperability, ontology, construction project, project, management
7	construction	facilities management, safety, requirements, identification, tracking
8	methodology	design management, communication, cad

A partir dos resultados obtidos pela análise dos *níveis de relações*, foram criados alguns mapas para representação de cada subtema. O primeiro deles, focado na palavra “*Education*” (Figura 31) apresenta-nos uma rede esparsa e diversa, demonstrando a imensa gama de assuntos variados os quais têm sido estudados por especialistas e relacionados com o tema central. Observa-se a grande relação com as palavras chave-centrais, o que era um resultado esperado, mas também se verificam relações significativas, de dimensões semelhantes, com outros grupos, podendo-se afirmar que têm relação com os oito subtemas encontrados no mapa geral. Este resultado argumenta a favor da importância dada pela ciência ao ensino de áreas que abrangem usos da metodologia BIM.

Em referência ao 2º grupo, o mapa gerado explora a palavra chave “*model*” (Figura 32) tendo-se obtido um resultado genérico e em parte esperado, considerando que o assunto *modelo* digital abrange toda e qualquer área da metodologia BIM.

Outro ponto de interesse da investigação foi encontrar caminhos de pesquisa a partir de casos de estudo e para isso um dos mapas criados recorreu ao uso da palavra chave “*case study*” (Figura 33). Este mapa apresenta um resultado interessante, mostrando maiores relações com as palavras de primeiro nível, porém bastante esparsa nos seus subtemas. Tal resultado direciona atenção para uma investigação mais intensificada nos subtemas pois uma interpretação possível é a escolha dos especialistas em usar o método de caso de estudos para esses temas: “*industry*”, “*challenges*”, “*methodology*”, “*barrires*”, “*knowledge*”, “*systems*”, “*design*”, “*management*”, “*project*”, “*project management*”, “*model*”, “*laserscanning*”, em detrimento de outros assuntos.

Para o subtema “*Design*” (3º grupo), a palavra de relevância para a investigação foi “*Management*” (Figura 34), sendo que o mapa demonstra a importância do tema *gestão* no âmbito da metodologia BIM. Este era igualmente um resultado previsível, visto que é um tema intrínseco à utilização do BIM em qualquer nível de aplicação.

Para o subtema “*Implementation*” (4º grupo), foi trabalhado o mapa “*Framework*” (Figura 35) e as inter-relações mostram-nos uma rede abrangente de temas trabalhados pelos especialistas, indicando a necessidade de organizar as informações trabalhadas na metodologia BIM.

Representando o subtema “*Technology*” (5º grupo), foi criado o mapa “*University*” (Figura 36) com resultados aparentemente dispersos, porém, com relação entre os temas ligados ao ensino de software, metodologia, projeto. Neste mesmo grupo foram igualmente examinados os resultados para o mapa “*Construction Education*” (Figura 37). A relação de interesse entre os assuntos demonstra um desvio da engenharia para conteúdos da indústria, tecnologia, gestão, além de uma nova, mas não menos importante, relação com realidade virtual, *gamificação*, realidade aumentada, visualização e o tema da segurança (*safety*). Uma interpretação possível é a de que a importância recente que os novos usos da metodologia BIM tem conquistado na indústria impele a que estas entrem na estrutura de conhecimento das respectivas áreas de especialidade e que assim se relacionem igualmente com o ensino destas.

O 6º grupo, “*Information*” é representado pelo mapa que resultada da aplicação da palavra chave “*collaboration*” (Figura 38). Palavra esta, que representa um dos pilares do funcionamento da metodologia (colaboração entre equipas) e que está diretamente ligada à distribuição de informação durante a execução de um projeto.

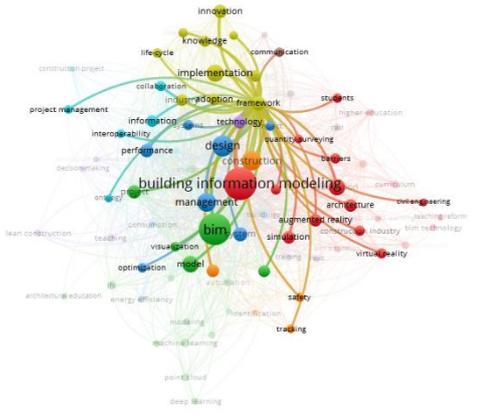


Figura 35-Framework

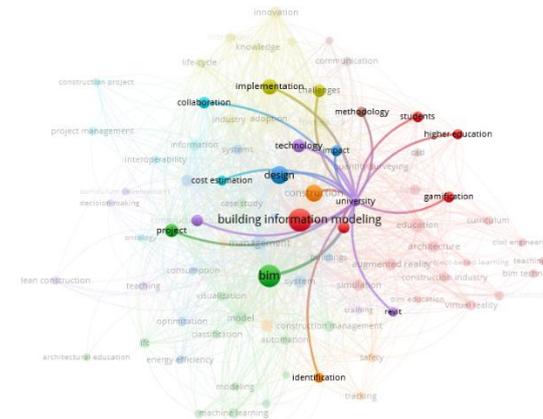


Figura 36-University

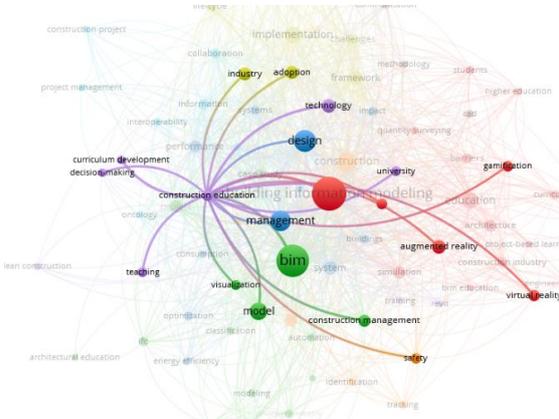


Figura 37- Relação Construction Education

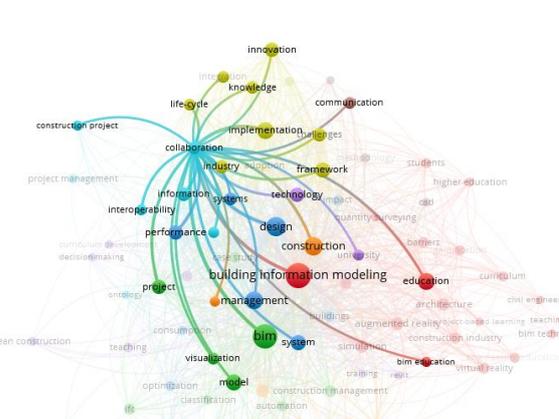


Figura 38-Collaboration

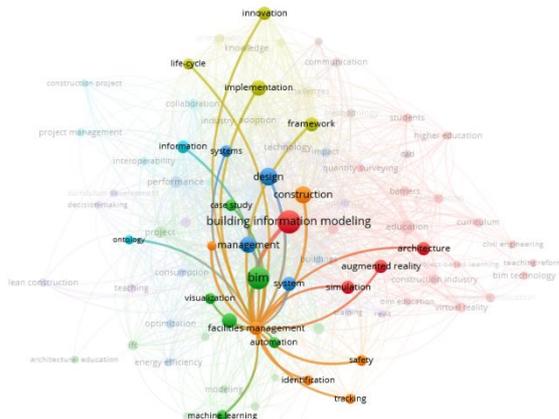


Figura 39-Facility Management

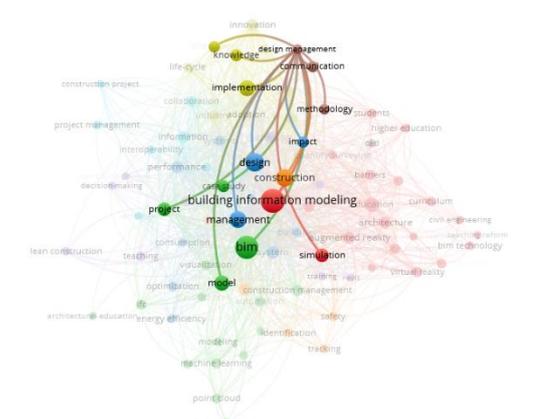


Figura 40-Design Management

Citação: rede de autores

Um dos objetivos desta investigação é identificar a rede de autores que trabalham no âmbito do *BIM Educação*. Através dos dados coletados, foram uma vez mais criados mapas para visualizar e analisar os tipos de relações que se estabelecem entre os autores e as documentações publicadas.

A primeira dessas relações abrange todo o conteúdo dos dados para iniciar a análise com uma visão geral do ambiente de estudo. Os parâmetros utilizados no *VOSViewer* foram: “*citation*”, “*authors*”, número mínimo de documentos do autor:1, número mínimo de citação do autor: 1. Com a utilização destes filtros como parâmetros, a amostra passou de 1413 para 716 autores. Nessas condições, verifica-se que existe uma quantidade significativa de dados que não possuem relações entre si, como se pode observar na Figura 41. Estes dados foram excluídos pela falta de relação, e o total em análise passou a ser de 319 itens, representando todo o campo de amostragem a ser analisado nesta fase (Figura 42). Esse conjunto foi testado a fim de compreender as relações mínimas entre os autores e, a partir disso, aplicar testes mais específicos que representem outros tipos de relações entre eles, como por exemplo os mapas de: *bibliografic coupling e co-citation*.

O panorama geral mostra o conjunto de autores divididos em 18 grupos, selecionados a partir do critério de peso nas relações do *VOSViewer* e nesta pesquisa foram selecionados os autores de maior peso em citações (Tabela 30), podendo ser interpretados como os especialistas mais utilizados como referência de cada grupo.

Da mesma maneira, foi criado o mapa de representação dos documentos partindo dos parâmetros: “*citations*”, “*documents*”. Nesta ocasião foram retirados os parâmetros de citação e mantido o parâmetro de relação, totalizando 173 documentos a serem testados. Partindo deste princípio foi possível compreender a representatividade da amostra do tema *BIM Educação* até esta fase da investigação (Figura 43). Outro dado relevante é a constatação do espaço temporal em que a pesquisa se refere: 2015 a 2019 (Figura 44). Embora o *Web of Science* tenha capacidade de explorar dados desde 1900, os dados coletados para esta pesquisa se enquadraram em quatro anos de publicações.

Tendo como ponto de partida o panorama geral oferecido pelo grupo total dos documentos da pesquisa, foram criados outros dois mapas, em concordância com os parâmetros utilizados para selecionar os autores: número mínimo de citações por documento: 1. Esse filtro gerou um total de 111 documentos relacionados (Figura 45), 19 grupos de

relações. Tal qual como anteriormente, para esse novo grupo de dados foi aplicado o parâmetro tempo, o qual segue mostrando a mesma realidade anterior (Figura 46).

Esse último filtro determina os documentos utilizados para a análise qualitativa discutida no 0 seção 0.

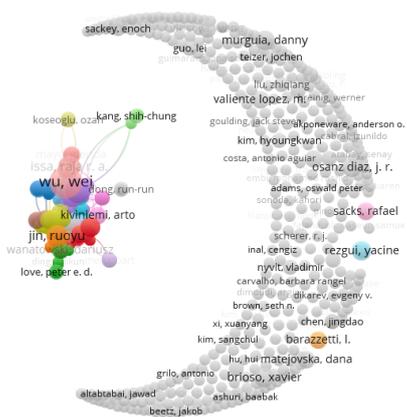


Figura 41-total de autores

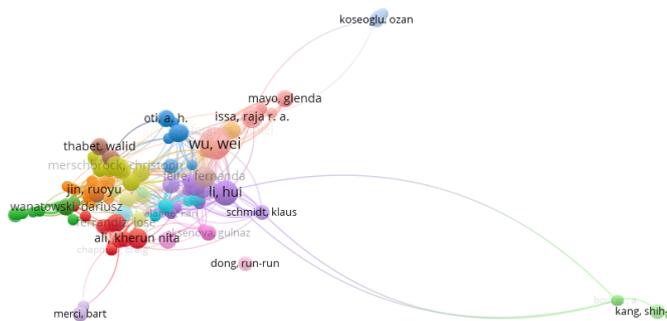


Figura 42-Total 319 autores relacionados

Tabela 30 Autores mais citados dos 18 grupos encontrados

label	cluster	weight<Citations>
miettinen, reijo	9	102
paavola, sami	9	102
edwards, d. j.	8	83
wu, wei	10	67
kim, changwan	2	43
lee, sungwook	2	43
son, hyojoo	2	43
merschbrock, christoph	4	40
chong, heap-yih	1	34
preece, christopher	1	34
rogers, john	1	34
parfitt, m. kevin	5	30
wu, peng	3	28
abanda, f. h.	3	28

oti, a. h.	3	28
tah, j. h. m.	3	28
vidalakis, c.	3	28
kang, shih-chung	11	26
shih, shih-yu	14	25
wang, kun-chi	14	25
wang, shih-hsu	14	25
wang, wei-chih	14	25
shih, shih-yu	14	25
wang, kun-chi	14	25
wang, shih-hsu	14	25
wang, wei-chih	14	25
abdirad, hamid	16	24
dossick, carrie s.	16	24
hwang, bon-gang	7	22
looi, kit-ying	7	22
shan, ming	7	22
leite, fernanda	17	19
turk, ziga	18	17
sakin, mehmet	12	12
adamu, zulfikar a.	6	10
din, zia ud	13	10
farooqui, rizwan	13	10

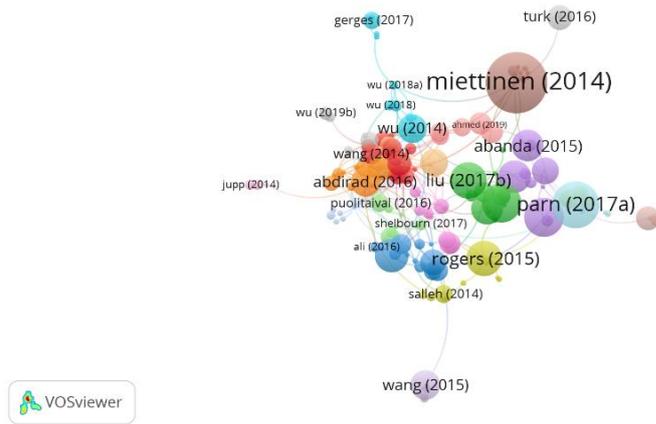


Figura 43 Total de documentos analisados

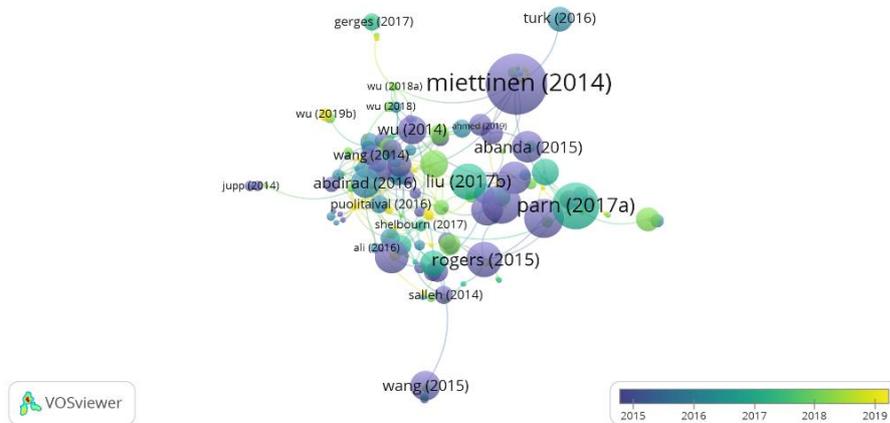


Figura 44 Total de documentos analisados no espaço amostral existente

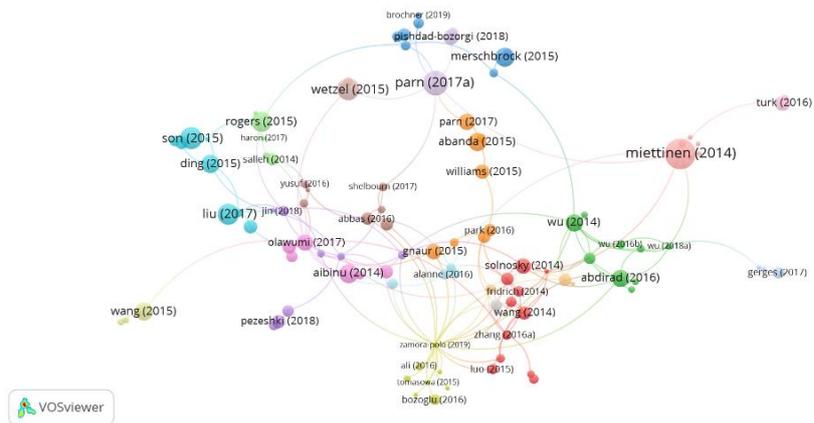


Figura 45 Publicações selecionadas

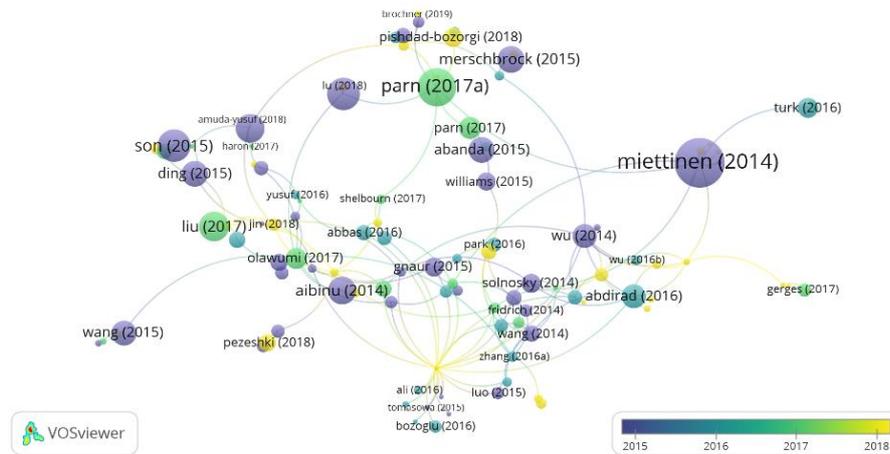


Figura 46 Documentos selecionados- tempo

Geografia das publicações

Compreender a localização geográfica a partir da qual estão sendo publicados os documentos de maior relevância é também uma forma de mapear a produção científica. Considerando os dados iniciais dessa pesquisa, foram analisadas algumas das possibilidades de relação entre os documentos, para identificar os principais países e como eles estão relacionados. Os parâmetros usados foram: “*citation*”, “*countries*”, número mínimo de documento por país: 1 e número mínimo de citações por país: 1. Seguidamente foram excluídos os documentos que não tinham nenhuma relação, o que levou a uma redução de 54 para 48 itens.

O primeiro resultado é um espaço de amostra dividindo os dados em 10 grupos de países (Figura 47), liderados cada um por elementos de maior peso entre os links (Tabela 31) segundo o *VOSviewer*.

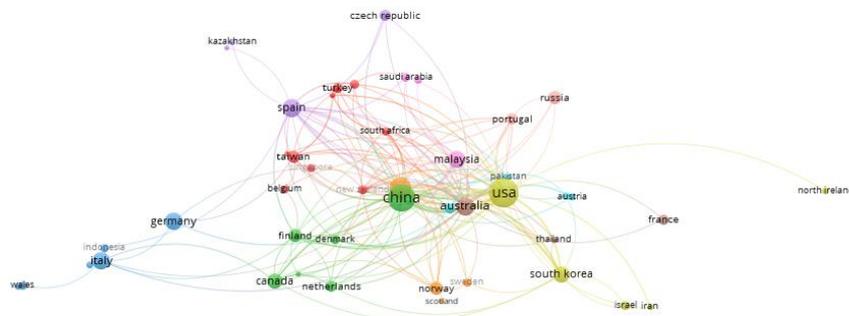


Figura 47- Citação-países

Tabela 31 Países organizados em clusters

label	cluster	weight<Citations>
usa	4	527
china	2	322
australia	8	228
england	7	224
taiwan	1	60
germany	3	54
malaysia	9	45
spain	5	31
portugal	10	15
pakistan	6	10

Canais das publicações

As organizações afiliadas aos pesquisadores são um ponto de análise importante, e para tal, foram aplicados os filtros: “*citation*”, “*organization*”, mínimo de documentos: 1 e número de citações: 1. Um total de 303 organizações foram listadas e 163 selecionadas por suas interpelações calculadas no programa. Esse mapa dá o panorama geral das Universidades que fazem parte dessa estrutura (Figura 48).

A partir desses dados foi possível investigar com maior foco as singularidades das relações do tema *BIM Educação* em cada local, assim como a sua maturidade e subtemas relacionados.

Os canais de publicação são uma importante componente da estrutura de uma área de especialidade, para esse efeito foram criados mapas para identificar os *Journals* mais influentes. Neste sentido, foram utilizados os parâmetros: “*citation*”, “*source*”, mínimo de documentos: 1, mínimo de publicações: 1 e um grupo de amostras total de 137 itens foram identificados, mas apenas 74 itens com relações e, portanto, estes foram os selecionados (Figura 49). Do mesmo modo, foram identificados as organizações os principais canais de publicação e, segundo o critério de citação do *VOSViewer*, foi possível identificar a lista dos *Journals* de maior relevância para o tema (

Tabela 32 Journals Referência

Tabela 32).

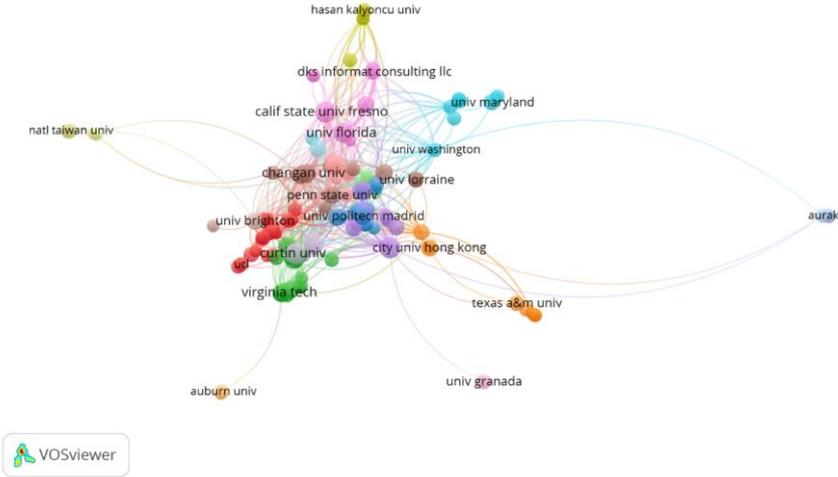


Figura 48 Organizações referências

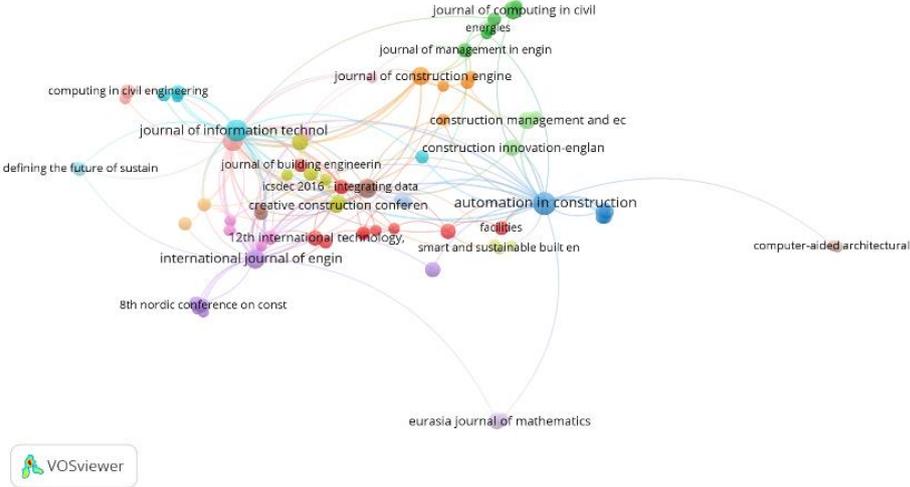


Figura 49 Journals

Tabela 32 Journals Referência

Cluster	Journal	Weigh citation
1	Automation in construction	434
2	Journal of professional issues in engineering education and practice	124
3	Journal of computing in civil engineering	90
4	Engineering construction and architectural management	71
5	Journal of information technology in construction	68
6	International journal of engineering education	39
7	Construction management and economics	38
8	International journal of project management	37
9	Journal of civil engineering and management	31
10	Integrating data science, construction and sustainability	23

4.4. Uma abordagem sobre as questões da investigação

Co-citação

A partir da percepção sobre a estrutura do tema *BIM Educação*, outras relações são importantes de serem testadas, como é o caso da relação de co-citação (co-citation), onde é possível verificar a frequência em que duas referências são citadas em conjunto. Essa análise mostra-nos a estrutura atual da área de especialidade. Esta é mutável, pois o padrão se desenvolve conforme novos autores são considerados (Zupic & Čater, 2015, p. 5).

Para avaliar a relação de co citação nesta pesquisa foram utilizados os parâmetros: “*co-citation*”, “*cited references*”, “*ful counting*”, número mínimo de cinco citações. Esta busca avaliou 215 publicações e o resultado foi a divisão desses documentos em 6 grupos de relações (Figura 50).

Com o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre os conceitos e temas centrais da especialidade, partindo destes grupos, foram identificadas as duplas de documentos de maior relevância para cada um (Tabela 33). Um dos resultados dessa análise é a ilustração das referências que mais se relacionam, visto que quanto maior o número de publicações que citam duas outras publicações, maior a relação entre elas (Henry Small, 1973; van Eck & Waltman, 2014). Esta conexão é estabelecida pelos autores que estão citando os trabalhos

avaliados (Zupic & Čater, 2015), sendo um indicador para um aprofundamento qualitativo do tema.

Figura 50 Co-citation Resultado do mapa geral

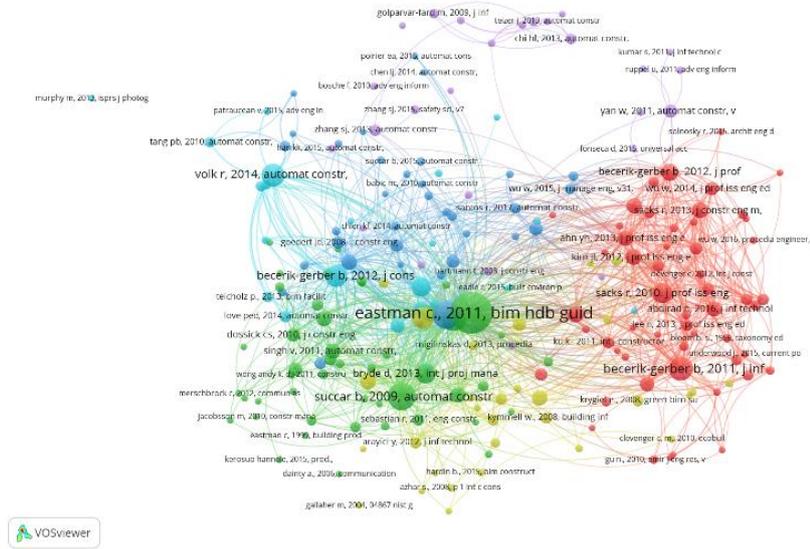


Figura 51 Co-citation Resultado do mapa geral

Tabela 33 Co-citation-principais grupos de referências

label	cluster	weight<Total link strength>
eastman c., 2011, bim hdb guide buildi	2	606
azhar s., 2011, leadership manage en, v11, p241, doi 10.1061/(asce)lm.1943-5630.0000127	3	482
becerik-gerber b, 2011, j inf technol constr, v16, p411	1	321
volk r, 2014, automat constr, v38, p109, doi 10.1016/j.autcon.2013.10.023	6	250
eastman c., 2008, bim hdb guide buildi	4	207
yan w, 2011, automat constr, v20, p446, doi 10.1016/j.autcon.2010.11.013	5	79

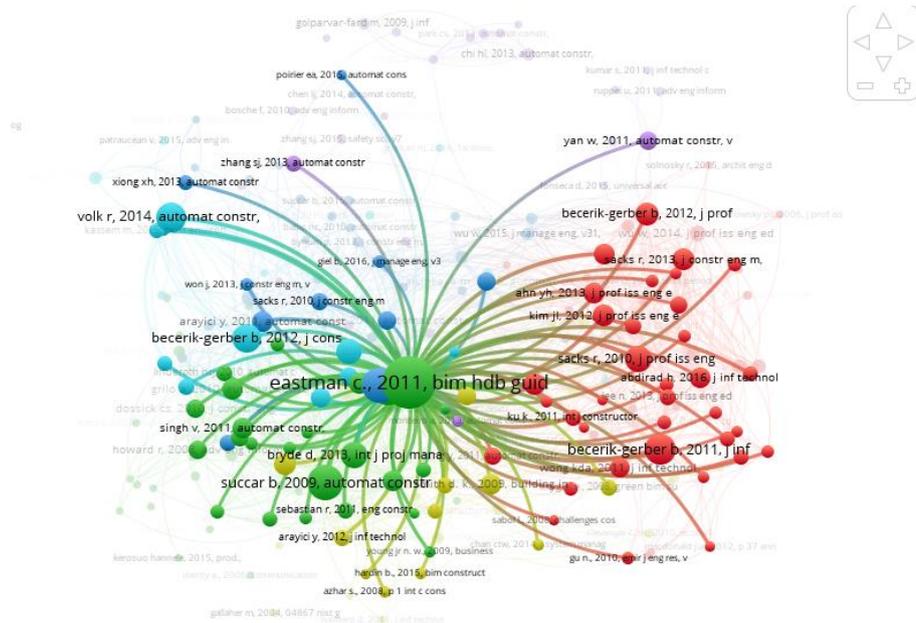


Figura 52 Co-citation-principais documentos de cada grupo

Bibliographic coupling

A análise de *bibliographic coupling* é o oposto da co-citação, analisa a sobreposição de dados, ou seja quantas publicações em comum têm duas outras publicações (van Eck & Waltman, 2014). A partir desses resultados é possível extrair qual a base de conhecimento que estão compartilhando. Sendo o número de documentos citados por duas publicações estático no tempo, a relação entre eles não muda (Zupic & Čater, 2015), assim, não importa quando a análise é realizada mas sim o período de tempo que delimita a pesquisa dos dados.

Tabela 34 Principais documentos citados por 2 publicações

label	cluster	weight<Total link strength>	weight<Citations>
miettinen (2014)	3	253	102
parn (2017a)	9	265	59
liu (2017)	8	201	37
ding (2015)	11	251	28
olawumi (2017)	10	473	19
pezeshki (2018)	4	189	12
lee (2015)	7	160	12
juan (2017)	5	104	6
roberts (2018)	6	340	5
zhang (2018)	12	103	4
zou (2019)	2	151	3
wu (2018a)	1	282	2
dong (2017a)	13	11	2

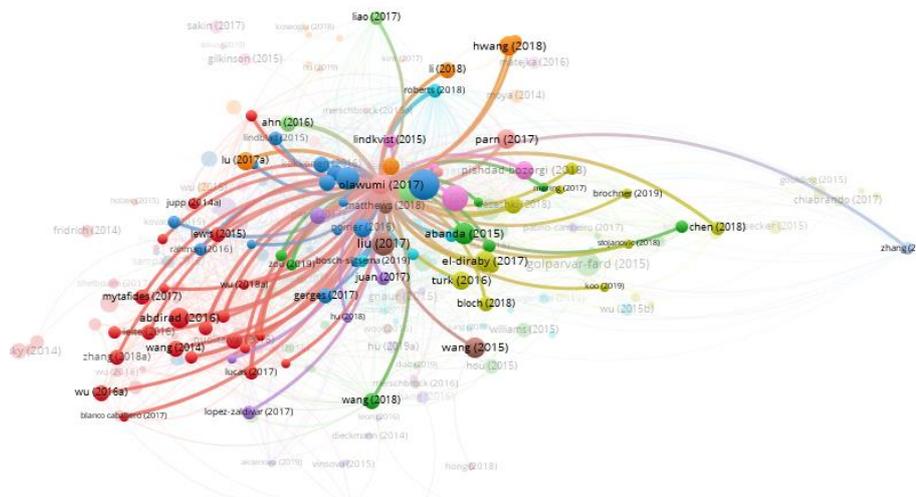


Figura 54 Bibliografic Coupling-Documento mais relacionado

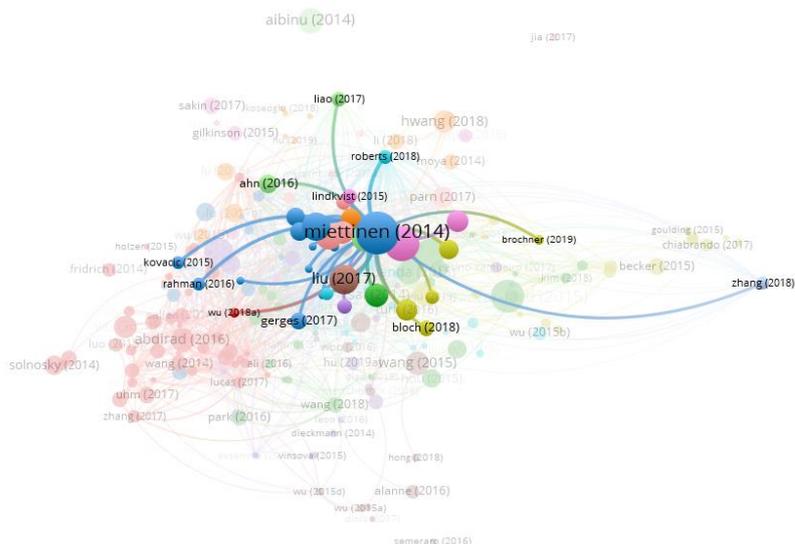


Figura 55 Bibliografic Coupling-Documento mais citado

Dinâmica da rede/temas

A estrutura do conhecimento da área de especialidade, neste caso, caracterizada pelos assuntos mais frequentes tratados nas publicações científicas, assume uma forma visualmente identificável através do tratamento dos dados via *VOSViewer*. Contudo, atendendo a que a interpretação das suas relações não é estática, pode variar como visto anteriormente, reconhecer e perceber o dinamismo temporal da estrutura é fundamental para compreender o desenvolvimento da área de especialidade ao longo do tempo. Neste sentido, aplicou-se igualmente a visualização temporal com o objetivo de abranger a evolução da utilização das palavras chave num período de análise que se deu entre 1900 a 2019. Verificasse, a partir desse mapa (Figura 56), que existe uma nítida divisão entre os temas considerados nesta investigação e neste caso, quanto mais antigos e de menor número ou mais novos e de maior número.

Este é um resultado interessante e abrange, em sua maioria, o nível 2: *“Implementation”*. A interpretação passa por perceber que o grupo mais antigo de palavras relacionadas com *BIM Educação*: *“innovation”*, *“knowldge”*, *“framework”*, *“adoption”*, *“architecture”*, tem em 2019 um menor interesse entre os especialistas que abordam do tema. Esta é uma interpretação importante, no sentido de se desenhar caminhos para pesquisas na área, ou relacionar esses resultados com a desatualização dos temas, em face do crescimento da metodologia BIM e da sua grande difusão no contexto mundial da construção civil.

Neste sentido, não faria sentido argumentar a favor da metodologia BIM como uma grande inovação para os especialistas, já que esse termo não se revela como central no interesse de um grande número de publicações pertencentes à estrutura do conhecimento desta área de especialidade.

Por outro lado, percebe-se que existe uma grande gama de novos assuntos surgidos após 1980, mostrando a intensa difusão da metodologia em termos científicos, verificando-se que a maioria das suas palavras chave se revelam interrelacionadas a partir desse marco temporal. Outra visualização relevante respeita à variedade de temas abordados, formando a maioria dos pontos da estrutura dessa especialidade. Este pode ser considerado um argumento a ter em atenção por parte dos pesquisadores na área de *BIM Educação*, já que esta se revela ser extensa e dispersa e conseqüentemente, também o será a estrutura a ser abordada pelas entidades responsáveis por promover o ensino nesta área.

Foram ainda gerados dois mapas que se referem à evolução temporal das ocorrências e relações entre as palavras chave: “*education*” (Figura 57) e “*construction education*” (Figura 58). Estes mapas permitem identificar os assuntos de fronteira que podem ser considerados como do interesse dos especialistas e que nos podem indicar a emergencia de futuros focos de atenção da indústria AEC.

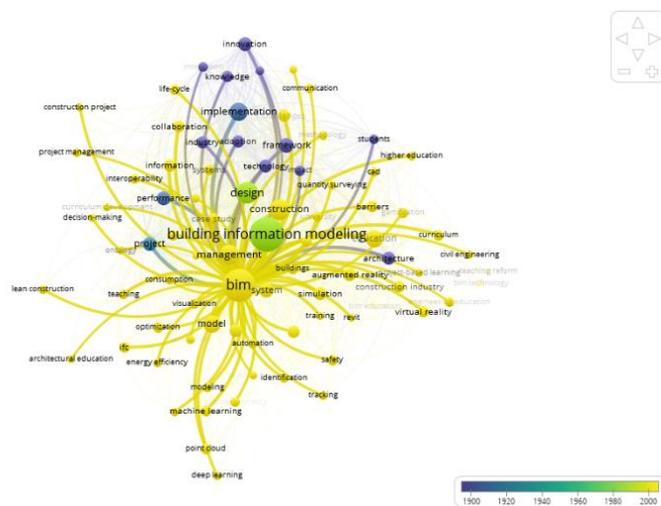


Figura 56-Evolução temporal

lista e outras sublistas que constituem parte da base argumentativa do início do trabalho de investigação da tese. Os temas produziram *insights* sobre a evolução dessa temática e desenvolveram outros caminhos de raciocínio que foram desdobrados nos Estudos de Caso desenvolvidos posteriormente.

São também provenientes dos bancos de dados identificados pela análise bibliométrica, os autores e documentos mais relevantes na matéria. Deste modo foram extraídas diversas informações desses dados, sendo que um dos mais relevantes de refere à estruturação de 19 grupos de documentação mais correlacionável entre si e a partir destes, identificaram-se os direcionamentos mais relevantes a explorar. Essa base de conhecimento foi utilizada para compreender como o BIM está sendo ensinado, quais os temas mais relevantes, quais são os métodos de ensino que nos revelam. Estas informações formam a base para a abordagem à realidade praticada nas Universidades Portuguesas abordadas nesta investigação.

Explorar o *BIM Educação* através da análise bibliométrica, para lá de que expandiu os horizontes da Investigação, veio dar suporte técnico e científico para as decisões posteriores que sustentam a execução prática de uma parte relevante do trabalho e que se relaciona com o entendimento do *BIM Manager* no contexto da formação em arquitetura. A importância dessa percepção é crucial para o desenvolvimento do trabalho, visto que este visa compreender o modo como o arquiteto está sendo considerado nesse âmbito, através de uma visão global e desterritorializada. atendendo a que um dos resultados da investigação das redes de conhecimento *BIM Educação* demonstra a disseminação global do tema.

CAPÍTULO 5. BIM EDUCAÇÃO Abordagem prática via Caso de Estudo: Entrevistas aos Docentes

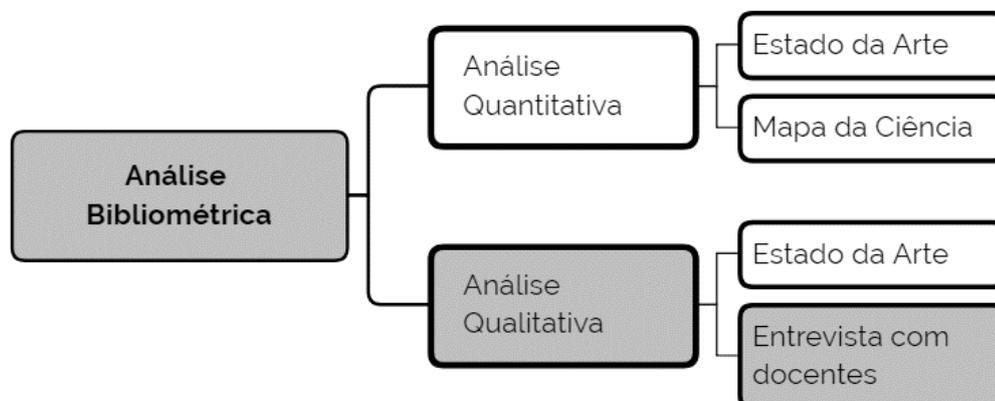


Figura 59 Organização do Capítulo 6: Análise bibliométrica qualitativa

Este capítulo organiza a abordagem prática sobre *BIM Educação* e essa fase da Investigação foi elaborada após o tratamento de dados da análise bibliométrica, apresentada no capítulo anterior. A análise bibliométrica revelou-nos um conjunto de documentos que foram avaliados qualitativamente o que permitiu organizar uma abordagem a realizar junto de docentes de Universidades portuguesas. O resultado desta análise está considerado no âmbito do Estado da Arte acerca do tema *BIM Educação*, ou seja como a *ciência* se tem organizado, quais os assuntos e os grupos de interesses e o modo como isso tem sido abordado pelos principais autores.

No âmbito deste capítulo, foi organizados o método estruturado relativo ao questionário base para as entrevistas, a aplicação destas e os resultados obtidos pelo processamento das mesmas.

O objetivo foi confrontar os resultados alcançados na análise qualitativa da literatura especializada, com a situação real do ensino e opinião dos professores de arquitetura que estão a formar aqueles que poderão vir a ser os futuros profissionais de coordenação de projetos BIM.

Descrição do Estudo de caso

O método adotados para esta fase da investigação foi a realização de um inquérito, sendo que as questões foram aplicadas on line, com recurso à ferramenta *Google Form*²⁵.

O questionário foi elaborado a partir dos dados compilados através da análise bibliométrica do decorrer da qual foi possível organizar a principal literatura sobre *BIM Educação*, com 19 grupos de assuntos a serem destacados pelos especialistas e já descritos no *Estado da Arte* (0). Para esta fase mais operativa da investigação, os grupos foram trabalhados de modo a encontrar uma sequência de perguntas a serem respondidas pelos docentes da área de arquitetura das universidades.

O Objetivo dessa fase foi o de permitir a confrontação dos resultados emergentes da literatura específica, com a leitura e abordagem atual dos professores mais influentes no ensino dos futuros profissionais.

Aplicação

5.2.

Os inquéritos foram desenvolvidos para serem aplicados on-line via plataforma *Google Form*. Inicialmente foram aplicados na Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa (FAUL), Instituição na qual foi desenvolvido este trabalho de doutoramento, mas foi expandida para as Escola de Arquitetura da Universidade do Minho (EAUM) e para a Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto (FAUP).

Os docentes foram selecionados a partir de um trabalho de organização de unidades curriculares e docentes, realizado com o apoio da ferramenta Excel conforme apresentado nos anexos.

Anexo 1 Apresenta uma tabela com todos os docentes de Arquitetura pertencentes a cada uma das universidades referidas e a partir desta, foram aplicados alguns filtros de seleção como a indicação das unidades curriculares relacionadas com: (1) Projeto; (2) Construção; (3) Desenho; (4) Tecnologia, além da preferência pelos docentes que lecionam em mais de uma dessas unidades curriculares.

Na FAUL foram abordados 60 professores, na EAUM: 40 e na FAUP: 40. Em todas as situações os participantes foram convidados via email, com acesso à plataforma de questionários *Google Form*.

²⁵ Google Form: Ferramenta on line, gratuita para recolha e organização de dados

Avaliação dos dados recolhidos

Os resultados estão patentes no Anexo 2 e neste capítulo são discutidas as observações mais relevantes sobre os dados recolhidos, refletindo as opiniões dos docentes sobre os assuntos identificados através da análise bibliométrica.

5.3. A análise dos dados inicia-se pelo entendimento e consideração da dificuldade de obtenção de dados para esta fase da Investigação. O método de seleção dos docentes foi aplicado igualmente nas três Universidades e o número de docentes abordados foi expressivo, contudo as respostas foram menos do que as esperadas, eventualmente devido à particularidade do momento em que o trabalho de inquérito foi desenvolvido. Em virtude da pandemia (COVID-19) a totalidade da fase prática de aplicação da investigação foi compulsivamente desenvolvida on-line e esta contrariedade diminuiu significativamente a capacidade de persuasão direta junto dos docentes a fim de os enquadrar e sensibilizar para a necessidade da respetiva cooperação nesta matéria.

Contudo, através dos dados compilados, observa-se uma característica positiva para a avaliação dos resultados, que se refere à variedade de departamentos académicos aos quais pertencem os docentes participantes. Isso se torna relevante no sentido de abranger diversos tipos de pensamentos académicos, perfis de profissionais, além de trazer ao trabalho visões diferentes em relação às interações com os alunos e com a Universidade. São exemplos de departamentos/áreas disciplinares participantes: *Arquitetura, Projeto, História e Teoria; Projeto e Obra; Desenho, Geometria e computação; Projeto de Design, Tecnologias de arquitetura, Urbanismo e design; Tecnologia da construção.*

Outro ponto interessante para avaliação é a que a grande maioria (70,6%) dos participantes referem ter mais de 10 anos de experiência docente. Este dado evidencia que são profissionais sénior, fator relevante a ser considerado quando se pretende abordar assuntos relacionados com novas tecnologias ou novas metodologias de trabalho, em face destes não terem tido contato com esse tipo de metodologias na respetiva formação.

Uma das questões primeiras visou compreender a relação imediata do profissional com o BIM, evidenciada pela questão “Conhece a metodologia BIM?”. Essa questão foi levada em consideração quando da interpretação de todas as questões seguintes do inquérito. Apesar de apresentar uma minoria, 11,8% dos participantes responderem que não estão familiarizados com o BIM, suas opiniões foram consideradas pelo fato de que a entrevista

também engloba o entendimento geral do trabalho do docente e da visão deste sobre o panorama do ensino de arquitetura na sua faculdade.

O inquérito se inicia pela indagação sobre o entendimento acerca da necessidade de adaptação do ensino em arquitetura ao que se revela ser uma nova realidade de exigência do mercado.

Ainda que nesta questão a maturidade BIM na arquitetura não surja entendida forma homogênea, é unânime a posição de que haverá a necessidade de adaptação ou evolução dos módulos de ensino para gradualmente se adaptarem.

“Deve haver uma adaptação gradual complementar sem alteração dos módulos já existentes”.

“Penso que deve ser introduzido paulatinamente sem esquecer que se trata apenas de mais uma ferramenta de trabalho, com as ferramentas não se pensa, executa-se. O mais importante é que o estudante aprenda a pensar por ele e isso não se faz com ferramentas, mas com um vocabulário gráfico para perceber como se produzem as imagens decorrentes do pensamento.”

Já no que respeita ao questionamento sobre uma mudança organizacional, que tenha como exemplo o interesse maior dos alunos em produzir trabalhos relacionados com novas ferramentas digitais, este não é entendido como sendo uma realidade. Não se percebendo, portanto, que exista uma evolução na estrutura curricular dos cursos que incentive trabalhos com a pauta digital.

Essas colocações vão ao encontro dos dados recolhidos durante a análise qualitativa, onde os métodos de ensino surgem como tema relevante na investigação do tópico *BIM Educação*, demonstrando alternativas como a de aulas práticas que proporcionem aos alunos experiências de entendimento de novos processos de trabalho e colaboração entre equipas diversas (Fridrich & Kubečka, 2014a; T.-H. Wu et al., 2019). Seguindo a lógica apresentada nas referências especializadas, o próximo passo será a adaptação das métricas de avaliação das disciplinas e dos alunos, que utilizarão ferramentas novas para a execução dos trabalhos (Luo & Wu, 2015). Ainda, a previsão do aumento do interesse dos alunos na produção de trabalhos relacionados com a digitalização (Sampaio, 2015) a partir dos avanços nos aprendizados e nas capacidades de perceção de projetos BIM (Lopez-Zaldivar et al., 2017).

O trabalho direcionado para uma aplicabilidade prática sob a ótica de participação da indústria em parcerias com as faculdades, ou com o uso de dados relacionados com as necessidades do mercado é uma realidade emergente. É descrito pelos docentes como uma situação efetiva apenas nos departamentos de *Projeto*, cujas Unidades Curriculares já

consideram regulamentos, certificações e exemplos reais como mote para o desenvolvimento de trabalhos. Contudo não foi referenciada nenhuma experiência com participação externa ou com dados trazidos pela indústria. Segundo a literatura especializada, essa é uma situação em transformação, sendo necessária a inclusão de projetos, exemplos de trabalhos que favoreçam a sinergia entre necessidades reais da indústria com a academia (Zhang, Schmidt, et al., 2016) para que esta auxilie no suporte ao mercado da construção.

A abordagem ao ciclo de vida das edificações, como forma de entendimento do projeto pelos alunos, foi uma questão assumida como concreta. Já a questão sobre a colaboração e incentivo do uso de ferramentas digitais nas trocas de informações para que disciplinas e projetos possam se complementar durante as fases, é assumida como sendo parcialmente praticada. Em paralelo a isso, quando questionados sobre o incentivo à interdisciplinaridade dos fluxos de informações entre as disciplinas, o resultado foi positivo.

“Poderia haver mais, principalmente no contexto do BIM. Por exemplo no desenvolvimento de metodologias de colaboração entre disciplinas (arquitetura, engenharias) o que se poderia traduzir na experimentação da articulação de modelos de várias especialidades, em testes de colisões entre modelos, etc.”

“O desenho à mão livre é das disciplinas que mais contribui para o desenvolvimento do pensamento arquitetônico e como tal é utilizado transversalmente nas distintas disciplinas”.

A questão do fomento à interdisciplinaridade nos módulos de ensino é uma preocupação observada na análise qualitativa, quando exploradas pela ótica das competências necessárias para execução dos trabalhos, a resposta é uma abordagem multidimensional (W Wu et al., 2018b, 2018a). Isso envolve o domínio do entendimento também de outras disciplinas de projeto como as relativas às Instalações prediais, além dos assuntos sobre quantificação da construção e gestão de projetos (Zhang et al., 2018). Desta maneira, o incentivo ao desenvolvimento de meios de trocas de informações entre disciplinas é uma boa prática.

O tema da prática profissional foi igualmente abordada em alguns momentos da entrevista, sendo a questão sobre o preparo dos alunos para enfrentarem as exigências colocadas em concursos e obras públicas uma das referidas. As observações sobre esta matéria, revelam a opinião de não haver necessidade dessa aproximação na graduação.

“Não são os alunos, mas os gabinetes de arquitetura que devem estar preparados.”

Ainda na linha de questões sobre a relação com o mercado, os docentes foram questionados sobre o incentivo à exposição dos alunos a questões de gestão de projetos e

este foi um tema aceite como sendo uma realidade, revelando que isso acontece através de trabalhos práticos e em disciplinas específicas. Ainda sobre o mesmo tópico, foi colocada em questão a prática da retroalimentação das informações entre os docentes e os alunos por meio de lições aprendidas, no sentido de compartilhar resultados de projetos e evoluções em resultado de colaboração. A retroalimentação teve um direcionamento positivo.

“Sim. Por norma, nos anos subsequentes é costume apresentar os trabalhos realizados em anos anteriores.”

O tema da prática profissional é amplamente abordado na literatura científica, tendo como mote as novas capacidades exigidas pelo BIM como categorias em destaque (Olawumi et al., 2017), competências, características de perfis pessoais e profissionais (Bosch-Sijtsema et al., 2019) e ofertas de emprego (Uhm et al., 2017). Isso sugere que será uma boa prática o desenvolvimento de exercícios que estimulem os alunos a conhecer a prática profissional e não apenas a de projeto dentro da Universidade.

As questões colocadas, diretamente relacionadas com o BIM, tiveram respostas variadas, dependendo do nível de entendimento ou informação que cada docente possui sobre a metodologia. Os docentes foram questionados se houve alteração de processos de seus trabalhos como a inclusão de ferramentas relacionadas ao BIM na sua disciplina e o panorama geral das respostas foi negativo.

“Não, mas considero vir a trilhar também este caminho.”

Houve abordagem do tema como entendimento de que é benéfico ou necessário, mas que atualmente isso não é ainda uma realidade. Quando questionados sobre o entendimento da necessidade criação ou adaptação do módulo de ensino atual do seu departamento, a resposta foi maioritariamente positiva.

“Concordo totalmente que é não só necessário, como prioritário. O BIM está a revolucionar o próprio modo como se ensina projeto, construções, tecnologias, etc.”

“Sim, essa reflexão deve ser feita. Por vezes existe um corpo teórico excessivamente parcelado e pouco integrado. Um dos investimentos a fazer é na integração.”

“Sim. É fundamental. O curso necessita urgentemente de fazer a transição para a era digital, essencial ao exercício da profissão hoje em dia.”

A alteração de processos internos é uma realidade apontada pela literatura especializada, que demonstra avanços na implementação de ensino BIM em diversas Universidades com a consequente alteração dos seus sistema de ensino (Abbas et al., 2016; Yusuf et al., 2016). Esses dados apontam para uma sincronia entre implementação

BIM no ensino e a mudança de processos de trabalho internos, como já referido, a criação de novos módulos e métricas de avaliação. Deste modo, a resposta negativa sobre a alteração dos processos, expressa pelos docentes entra em conflito com essa realidade. Em suporte a essa interpretação, consideram-se também outras respostas acerca da realidade de adaptação às novas ferramentas de projeto e de colaboração que sugerem que será necessária uma transformação nos processos internos, dos docentes e das disciplinas, para atender à realidade BIM.

No que respeita a questões relacionadas com os alunos, como por exemplo as relativas às preocupações com a percepção e adaptação dos estudantes às ferramentas digitais, havendo ou não alteração das métricas de avaliação curriculares do por conta da possibilidade de uso, as opiniões expressas divergem. Entende-se que em alguns casos, em disciplinas essencialmente técnicas, isso já é uma realidade, principalmente em unidades 3º e 4º ano dos cursos e em unidades curriculares optativas. Observado pela lente da literatura especializada, a tendência será surgirem alterações mensuráveis no aprendizado dos alunos, na adaptação aos novos métodos de ensino (Lopez-Zaldivar et al., 2017) e de módulos de trabalho voltados para a metodologia BIM (W. Wu & Hyatt, 2016) com ênfase no treinamento e ensino sobre trocas de informações de projeto entre disciplinas e evolução das equipas (Bellido-Montesinos et al., 2019).

Quando questionados sobre a percepção da cultura BIM e a sua implementação no seio da faculdade, percebe-se um panorama de não implementação. Em sua maioria, os docentes descreveram cenários em que a cultura BIM ainda não está disseminada, apontando o BIM enquanto ferramenta de trabalho, não o percebendo como uma metodologia.

“A cultura BIM ainda não é muito disseminada e aplicada nas unidades curriculares de projeto de arquitetura, sendo sobretudo abordada e aplicada em unidades curriculares de docentes da área de tecnologias, ou de docentes com grande prática de arquitetura. Penso que um dos principais passos a dar seria na formação de docentes em BIM, dado que em muitos países já se fala na obrigatoriedade de aplicar o BIM.”

“Ainda não. As tecnologias BIM para serem plenamente aplicáveis e produzirem a melhoria de rendimento esperada, pressupõem um conhecimento integral dos parâmetros do projecto - situação que está ainda distante para os alunos.”

“É uma realidade muito ténue. Fazer parte dos currículos obrigatórios dos cursos.”

“A cultura BIM é anglo-saxónica. Na filosofia anglo-saxónica a economia do projeto bem como a otimização da solução vem antes de qualquer outro fator de carácter subjetivo, como seja a estética. A cultura BIM é uma metodologia de trabalho. As

bases do ensino da arquitetura que se encontram refletidas no programa do curso da faculdade de arquitetura não podem promover uma metodologia de trabalho e sim desenvolver a capacidade de raciocínio sobre o tema da arquitetura para que o aluno seja capaz de optar pelas ferramentas ou metodologias que melhor servirem os seus interesses no futuro mercado de trabalho. Formatar o ensino ao serviço de uma metodologia é mau ensino uma vez que não se cria a flexibilidade mental para qualquer outra metodologia que a substitua. Nesse sentido o conteúdo programático de um curso numa universidade não deverá estar nunca condicionado por qualquer sistema que o mercado queira impor.”

“Embora os alunos devam aprender a trabalhar em BIM, esta aprendizagem deve ser autónoma relativamente às disciplinas de laboratório de projecto.”

O entendimento do arquiteto como *BIM Manager*, sendo este um novo âmbito para o exercício profissional, foi também abordado na entrevista, sendo que o resultado das respostas não é deliberativo. O panorama majoritário aponta para o reconhecimento das novas exigências, tendências, competências provenientes da evolução da tecnologia, sendo que se percebe que também existe uma corrente que entende o *BIM Manager* como um profissional que simplesmente domina de uma nova ferramenta.

“Penso que não há um novo tipo de profissional, apenas o perfil do profissional de arquitetura evoluiu, acompanhou as tecnologias e desafios do mercado.”

“Há um novo profissional.”

“Não há um novo tipo de profissional. As ferramentas é que são outras.”

“...ou seja, o arquiteto que não domine o conceito BIM e pelo menos uma das suas ferramentas, fica limitado no seu âmbito e ação profissional estando claramente desatualizado face a outras profissões que atuam na construção e gestão de edifícios.”

“O mercado exige atualmente a capacidade de gestão de recursos económicos e humanos mais que o desenho de espaço. Obriga-se a uma capacitação profissional que não é em nada compatível com o modelo atual de ensino da arquitetura que se baseia apenas em ergonomia, geometria e forma sem uma forte componente de gestão de projeto e domínio da tecnologia.”

“Deve ser uma missão das nossas escolas adequarem-se às exigências de um mercado de trabalho cada vez mais competitivo e especializado.”

“A grande diferença face ao passado reside no incremento da responsabilização civil dos actos próprios do exercício da arquitectura e numa excessiva complexidade, quantidade e por vezes incompatibilidade da legislação aplicável aos projectos de arquitectura.”

Esta divergência nas opiniões relacionados com o entendimento do profissional arquiteto vai ao encontro com o que vem expresso na literatura especializada, que nos expõe

as dúvidas, e divergências de opiniões sobre esta temática. O arquiteto coordenador de projetos BIM é reconhecido como tendo que responder ao resultado de uma transformação na indústria da construção e, conseqüentemente da arquitetura, mas no ensino acadêmico de arquitetura ainda não há consenso sobre o seu papel e domínio dentro das atividades que o BIM demanda.

Notas finais do Capítulo 5

Este capítulo reuniu informações do estudo de caso prático sobre o tema BIM Educação aplicado aos docentes de três Universidades portuguesas. As questões foram baseadas nos dados provenientes da análise bibliométrica, os quais foram analisados qualitativamente e forneceram um panorama sobre o tema BIM Educação. A partir desse conhecimento, revelou-se ser necessário confrontar esses dados com a opinião e entendimento dos docentes sobre essas matérias. O objetivo foi reunir dados para uma argumentação sobre o arquiteto e as relações da metodologia BIM no ambiente de formação académica desse profissional. Além disso, foi igualmente um objetivo, o de melhor perceber a relação dos docentes com o tema, que através de questões discursivas puderam expor opiniões de suporte à temática:

“Esta investigação pode vir a ajudar a diminuir o gap existente entre a Academia na área da Arquitetura, sobretudo da prática da Arquitetura, e as Empresas.”

E às práticas académicas que possam vir a ser benéficas para o ensino de arquitetura:

“Introduzir o ensino e a prática do BIM como obrigatória na formação do arquiteto”.

Os resultados revelam uma implementação ainda pouco desenvolvida e em algumas temáticas incoerente com o que nos aponta a literatura especializada sobre o tópico. A partir da análise das respostas e do que foi extraído da literatura, é possível apontar que há uma abertura a mudança no ensino de arquitetura a favor da inclusão do BIM.

Para cada tema abordado, verifica-se que existe uma propensão de transformação e, visto que nas universidades abordadas ainda não há um projeto consistente de implementação BIM no ensino, estas poderiam adotar a visão trazida pela análise qualitativa, na qual se apresentam o desenvolvimento de disciplinas que envolvam ferramentas digitais para desenho e extração de informações automatizadas do projeto ou aplicações específicas como modelação para análise energética, o aumento da comunicação entre disciplinas para

treinamento da colaboração entre equipas, assuntos e novos processos de trabalho; trabalho colaborativo que envolva maiores práticas de coordenação de projetos, disciplinas sobre gestão de projetos, e temas relacionados ao mercado de trabalho; maior envolvimento da indústria com estudos de casos práticos para validação do ensino em situações práticas e desenvolvimento de métodos que atendam a solução de assuntos da prática profissional.

Deste modo, os próximos passos a seguir por essas instituições poderiam seguir os apontamentos sobre boas práticas reveladas pela literatura especializada.

CAPÍTULO 6. BIM EDUCAÇÃO - Abordagem Prática via Estudo de caso: Inquéritos aplicado aos Alunos e Docentes.

Este capítulo foi desenvolvido com o objetivo de descrever uma parte importante da estratégia de recolha de dados relativos à área da BIM Educação. Essa parte se exprime pelo entendimento dos alunos e docentes acerca do tema central da Investigação - o trabalho do arquiteto na Coordenação de Projetos BIM.

Para tal, foram desenvolvidos dois inquéritos baseados no mesmo banco de dados, os quais foram aplicados em grupos de alunos e em grupos de docentes específicos. O objetivo dessa parte da investigação visou compreender a visão dos alunos de cursos de arquitetura sobre o papel do arquiteto nas atividades descritas e para os docentes, qual o entendimento destes sobre a necessidade de se lecionar ou orientar tais atividades durante o curso de arquitetura.

Nessa secção estão descritos os métodos, processos, resultados obtidos, além de parte do material elaborado e distribuído para a execução do trabalho.

6.1. Problemas de execução e alteração de estratégia da Investigação:

Em decorrência da situação relacionada com a pandemia (covid19), houve necessidade de proceder a uma alteração na estratégia da Investigação. O plano inicial de execução dos inquéritos previa a sua aplicação em duas rodadas, sendo a primeira em setembro de 2019, com a participação dos alunos no primeiro semestre de aulas, dando também à abordagem junto dos docentes. E uma segunda ronda, em fevereiro de 2020, no início do segundo semestre. Porém, verificou-se uma baixa participação dos docentes e uma impossibilidade de garantir a participação numa segunda rodada. Deste modo, a estratégia adotada passou por executar o inquérito somente com os alunos, os quais foram sensibilizados para o tema através de curtas apresentações on-line proporcionadas por docentes no decorrer das suas aulas curriculares. Os inqueritos aos docentes foram desconsiderados nesta fase, mas os mesmos foram abordados e suas opiniões consideradas no inquérito demonstrado no capítulo anterior.

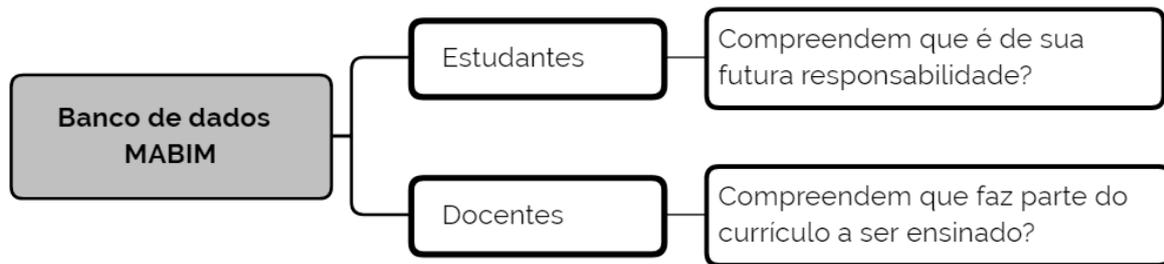


Figura 60 Organização do Capítulo 6: uso da MABIM em Educação

Descrição do caso de estudo

A seleção do caso de estudo para o tema BIM Educação foi feita a partir de alguns critérios criados pela autora para justificar a abordagem:

Local da Instituição: Portugal. Apesar do entendimento da metodologia BIM como desterritorializada, isto é, independente das fronteiras físicas ou políticas entre os países, houve a preocupação do enquadramento da questão para que os dados pudessem ser analisados sem o viés cultural ou de diferentes níveis de maturidade da metodologia no local. Essa decisão argumenta também a favor da criação de dados que sejam relevantes para futuras Investigações da Instituição onde foi desenvolvido o trabalho de doutoramento.

Relevância da Instituição: a Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa é considerada uma das maiores referências em ensino de arquitetura do país.

Alunos 4º e 5º ano: foram selecionados os alunos dos dois últimos anos do curso de arquitetura pois esses estudantes fazem parte do 2º ciclo de ensino que é de mestrado integrado, curso no qual são desenvolvidas competências específicas para o exercício da profissão de arquiteto.

As questões foram desenvolvidas a partir da ferramenta Matriz de Atividades BIM, a qual foi preenchida após a sua estruturação e conforme exposto no CAPÍTULO 3, 0. O inquérito abrange todos os grupos de trabalho e está dividido em duas fases: classificação do participante e questões sobre as atividades BIM na coordenação de projetos.

Foram desenvolvidos e estruturados dois inquéritos, um direcionado aos alunos e outro aos docentes. Ambos com conteúdo semelhante, sendo a diferenciação dos mesmos garantida pela orientação das questões.

Para os alunos o objetivo traçado foi o da recolha das opiniões sobre a perceção destes sobre o profissional que estes entendem que deverá desempenhar uma determinada tarefa durante a coordenação de um projeto, se um arquiteto, se um engenheiro ou se ambos. Já

para os docentes o questionamento foi orientado para o entendimento se tais atividades devem ou não ser lecionadas durante a formação num curso de mestrado integrado de arquitetura, dando ainda a opção de poderem ser remetidas para a oportunidade de uma formação de pós-graduação.

O objetivo dessa recolha de dados é o confronto das perceções de docentes e alunos relativas a atividades específicas a realizar o âmbito de coordenação de projetos BIM.

Análise qualitativa dos inquéritos

O resultado do inquérito aplicado aos alunos está registado no Anexo , nesta secção 6.3 estão expostas as observações e interpretações mais relevantes para o presente trabalho.

A interpretação dos dados inicia-se pelo perfil dos participantes, onde 84.3% estão na faixa etária de 22 a 25 anos, cursam arquitetura e se distribuem entre o nível de mestrado e licenciatura (licenciatura até 3º ano do curso e mestrado 4º e 5º ano). 99% dos participantes são portugueses e 88,3% declaram que conhecem a metodologia BIM (Figura 61).

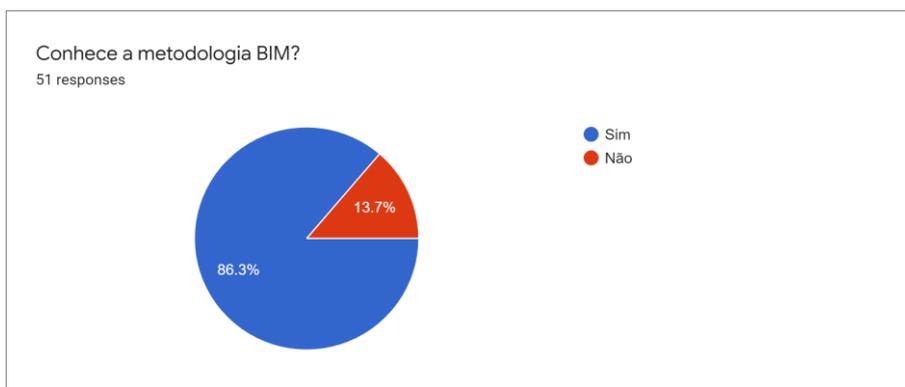


Figura 61 Resultado Inquérito com alunos

Em relação ao perfil profissional de maturidade BIM, o cenário é de iniciantes, onde 47% declara nunca ter trabalhado com nenhum software BIM, e 39.2% declara ter tido já experiência de um ano com software BIM. No sentido de traçar um perfil de expectativas futuras sobre a profissão, os alunos foram questionados sobre o âmbito de trabalho do profissional de arquitetura. Os resultados revelam a consciencia para um leque de possibilidades profissionais e uma visão abrangente da profissão, fato que se enquadra com o posicionamento atual do arquiteto no mercado de trabalho, como a seleção da área de informática e derivados e de consultorias de projeto. Porém, estas ainda em minoria em comparação com 64.7% das expectativas em trabalho como arquiteto de projetos em gabinetes (Figura 62)

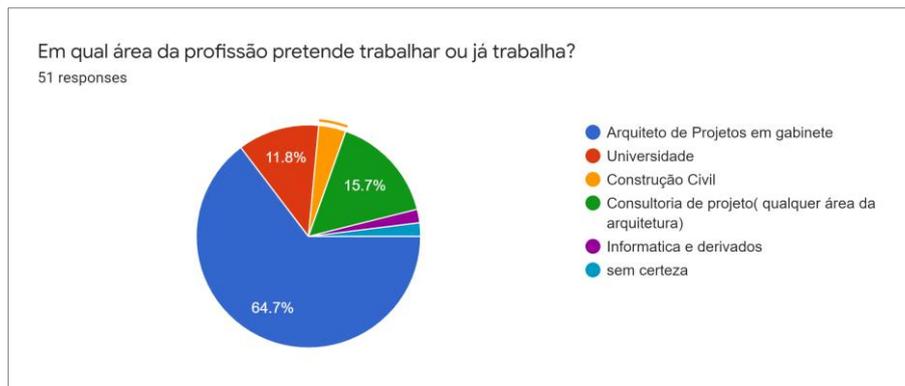


Figura 62- Inquérito com alunos-Definição de perfil

Em sequência ao traçado do perfil dos participantes, inicia-se o enquadramento do entendimento dos alunos sobre as atividades constantes da *Matriz de Atividades BIM (MABIM)* estruturada na fase anterior ao inquérito. As questões basearam-se nas quatro principais áreas: *processos, pessoas, tecnologia e políticas*, subdividindo-se nos grupos de trabalho e selecionadas com objetivo de abranger a maior variedade de assuntos num projeto.

O objetivo desse inquérito foi o de perceber o entendimento dos alunos sobre as atividades descritas, expondo-os a situações práticas de coordenação de projetos executadas por um *BIM Manager* para perceber se eles reconheceriam as atividades como podendo vir a ser de sua responsabilidade enquanto futuros arquitetos, ou se entendem que deveria ser realizadas por um outro profissional. As outras opções sugeridas foram: “profissional engenheiro”, ou se entendem como indiferente e que “ambos” poderiam executar tal atividade. Em algumas questões uma minoria acrescentou opções de respostas como, por exemplo: *BIM coordinator ou BIM manager* como responsáveis por aquela atividade, ratificando o entendimento de que há uma responsabilidade reconhecida, porém, só foi colocada quando as questões são claramente sobre modelo digital.

Analisar e verificar os documentos recebidos no concurso de projeto.

51 responses

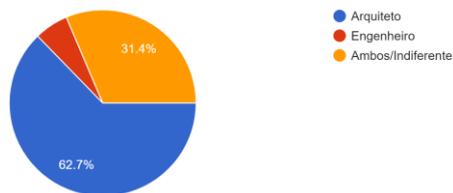


Figura 63-Inquérito com alunos- Grupo de Trabalho: Diagnóstico/ Etapa: Concurso de projeto

Execução dos documentos que serão exigidos para a construtora sobre o modelo digital, plano de ataque do projeto.

51 responses

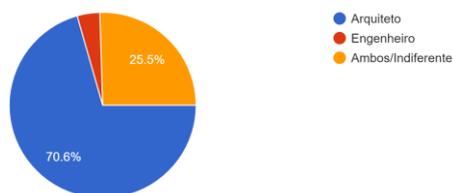


Figura 64-Inquérito com alunos- Grupo de Trabalho: Diagnóstico/ Etapa: Concurso de empreitada

Executar roteiro para projetistas de especialidades(como projetar, entregar modelo, especificações e requisitos).

51 responses

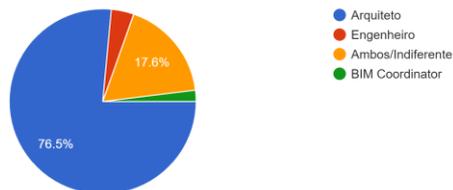


Figura 65-Inquérito com alunos- Grupo de Trabalho: Plano de Execução BIM/ Etapa: Preparação do Projeto

Definição dos requisitos de informação que farão parte o Modelo(projeto).

51 responses

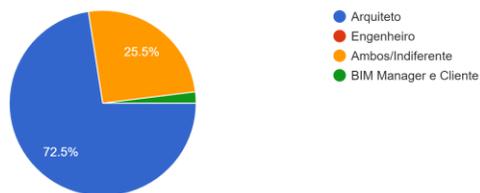


Figura 66-Inquérito com alunos- Grupo de Trabalho: Plano de Execução BIM/ Etapa: Preparação do Projeto

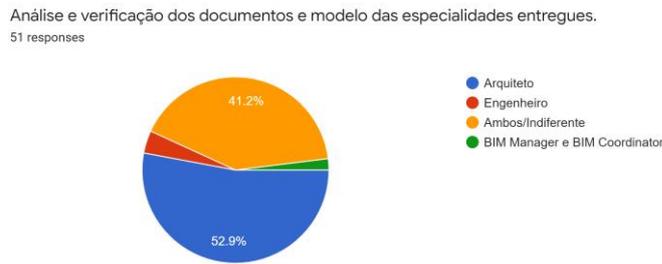


Figura 67- Inquérito com alunos- Grupo de Trabalho: Plano de Execução BIM/ Etapa: Início de coordenação de Projeto

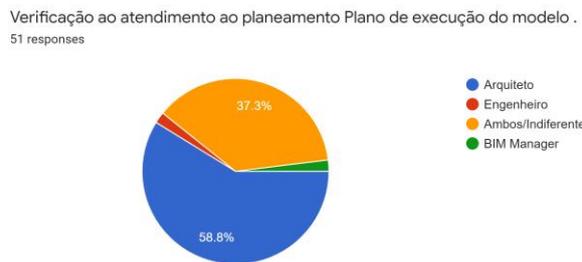


Figura 68-Inquérito com alunos- Grupo de Trabalho: Plano de Execução BIM/ Etapa: Início de coordenação de Obra

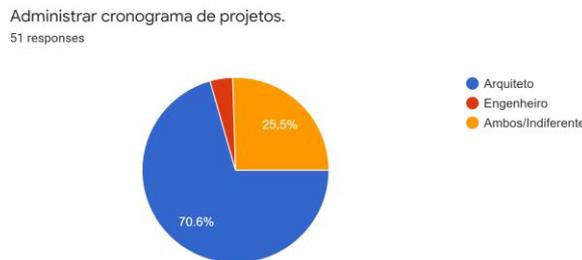


Figura 69- Inquérito com alunos- Grupo de Trabalho: Cronograma/ Etapa: Execução do Projeto

O que se percebe é existir uma certa tendência para o entendimento do profissional arquiteto como responsável pelas atividades de coordenação de projeto, com algumas variações para a opção de “ambos”, o que pode refletir o desconhecimento dos alunos frente à matriz da profissão futura, com operações relacionadas com a gestão, a comunicação, que são áreas que não são muito trabalhadas na Academia. Também reflete a falta de definição que realmente existe nesse tipo de atividade também no seio do universo da construção civil, que conta com a permissão de outros profissionais, não somente arquitetos, para exercício da função tradicional de coordenador de projeto.

É interessante notar que a opção “engenheiro” não foi uma opção considerada pela maioria dos participantes, o que mostra o entendimento dos alunos sobre o assunto e o reconhecimento da responsabilidade futura na sua profissão.

Conforme exposto anteriormente, as questões do Inquérito derivam das atividades da MABIM e os resultados dos inquéritos foram tratados e analisados para uma melhor compreensão dos mesmos (Figura 70 e Figura 71).

O primeiro resultado, representado pela Figura 70, mostra-nos um mapa geral do entendimento dos alunos sobre as atividades BIM relacionadas com os dez grupos de trabalho que estruturam a MABIM. Nessa visão mais panorâmica do objeto de estudo, percebe-se a baixa incidência de respostas que valorizem o profissional “engenheiro” como responsável pelas atividades BIM e mostra o entendimento de “ambos” como percepção geral no projeto.

Alguns diferenciais são notados em atividades relacionadas a Pessoas (grupos de trabalho Formação e Integração) e o restante, como por exemplo: Tecnologia. Na segunda, os alunos percebem o arquiteto como figura principal do projeto e uma característica deste grupo é a relação direta com a parte prática de execução do modelo, inserção de informação, conexões entre sistemas diversos. Já na área de Pessoas, essa diferença é menor, o que mostra uma tendência de atividades indiferentes no projeto. Neste caso essas atividades são as relacionadas com a Formação e a Integração, que abrange as reuniões de projetistas, gestão e identificação das necessidades de melhoria de equipa.

Outro ponto de atenção é a diferença expressiva nas questões sobre PEB (Plano de Execução BIM), as quais se referem à documentação do modelo digital, fluxo de entregas das documentações, definição dos requisitos de informações que fazem parte do modelo digital. Essas questões são identificadas claramente com características de atividades ligadas ao modelo digital, o que mostra a percepção dos alunos sob o ponto de vista de um projetista responsável pelas informações que define, regista e transfere.

Os resultados também foram analisados no sentido de perceber o entendimento sobre as etapas do projeto (Figura 71) e da análise resulta uma diferença no entendimento em duas fases: *A preparação do projeto e a execução de obra*. Este panorama pode ser interpretado como o entendimento dos alunos perante as atividades também técnicas que foram colocadas como questões nessas fases: tanto a de preparação de projeto na qual se explana a gestão de informação, documentação, modelo digital, quanto a de execução de obra, que se refere ao modelo, ao recebimento e gestão de informação durante a obra, sobre

área colaborativa e reuniões de projeto. Esse cenário fortalece o argumento de que o arquiteto tem consciência do valor da sua participação nas atividades de projeto e de importância da sua atuação nessas fases.

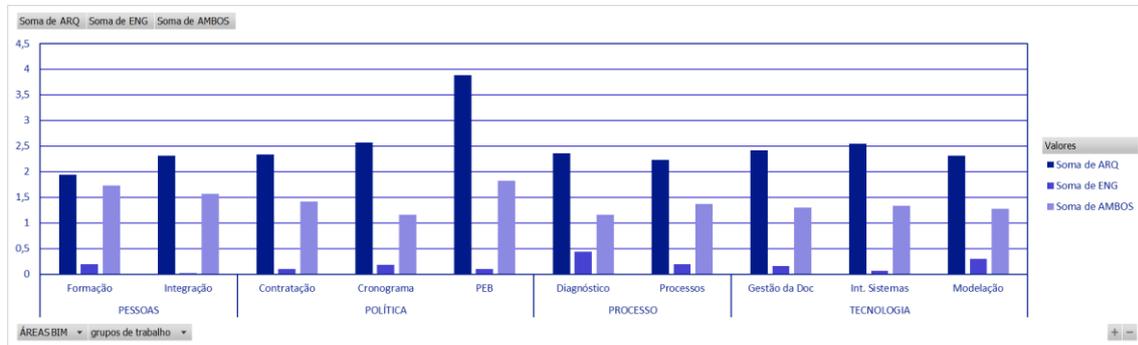


Figura 70- Resultados do Inquérito com os alunos em relação aos grupos de Trabalho da Matriz de Atividades BIM

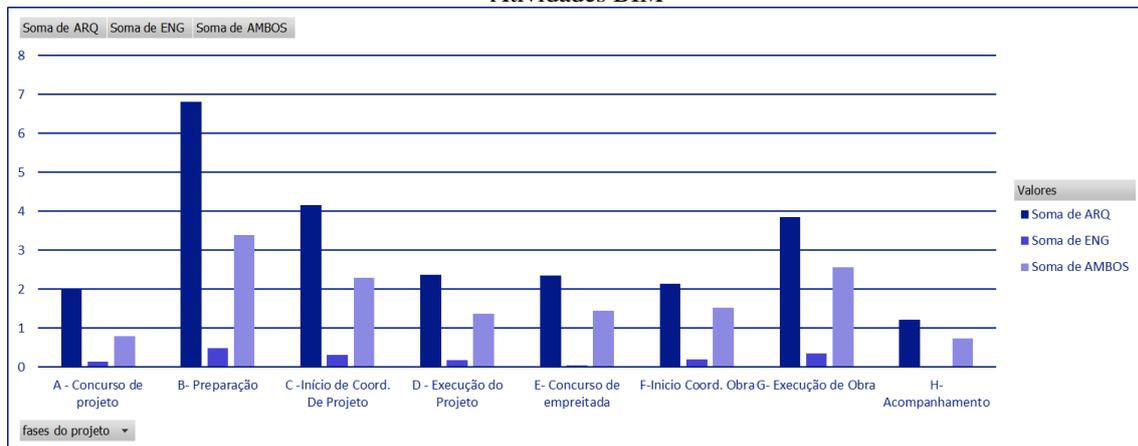


Figura 71-Resultados do Inquérito com os alunos em relação às fases de projeto da Matriz de Atividades BIM

6.4.

Notas finais do Capítulo 6

O estudo de caso da FAUL onde se aplicou o Inquérito para os alunos de 4º e 5º ano da arquitetura teve objetivo de perceber o entendimento dos estudantes sobre as atividades BIM descritas na *Matriz de Atividades BIM*, criada durante este trabalho.

Fundamentado nos dados recolhidos e na homogeneidade das respostas, é possível a interpretação de que os alunos têm o entendimento do arquiteto como responsável pelas atividades próprias de um *BIM Manager*. Os resultados em relação às opiniões que formam o segundo maior grupo de respostas está relacionado a “ambos”, exprime a ideia de que há o entendimento nos estudantes que existem atividades do MABIM que podem ser executadas tanto por arquitetos como por engenheiros e que isso não faz diferença na evolução de um projeto nem no seu ciclo de vida.

Esse resultado vai de encontro da discussão sobre coordenação de projeto no âmbito dos projetos tradicionais (não em BIM) assumida na legislação portuguesa, que admite não só arquitetos para o desempenho desse tipo de função, como também nas discussões gerais sobre perfis de profissionais BIM, suas atribuições e responsabilidades.

CAPÍTULO 7. BIM na Indústria da Construção – Abordagem via Estudo de Caso: Aplicação da Matriz de Atividades BIM

Este capítulo aborda a aplicação e desenvolvimento da MABIM na Indústria da Construção. O estudo de caso consiste no trabalho de desenvolvimento de um Plano de Implementação BIM, organizado durante uma oportunidade profissional da autora e realizada concomitantemente com o trabalho de Investigação do Doutorado. Neste trabalho a matriz foi aplicada em uma situação específica de exigência de uma Organização Portuguesa especializada em Construção de Projetos de Infraestruturas. A MABIM foi então aplicada em contexto que englobou gestão de projetos, estruturação de um modelo de trabalho para atender ao cliente, além de um método estruturado para implementação de projetos BIM na empresa.

O objetivo desta aplicação foi testar e validar o método proposto (Matriz de atividades BIM) para uma situação relacionada essencialmente com trabalhos de construção e coordenação de projetos BIM para obra, além de recolher e registar as atividades de um coordenador de projetos BIM nesse contexto de trabalho. Esses dados da matriz são utilizados no confronto entre teoria e prática das questões desta Investigação.

7.1. Descrição do caso de estudo

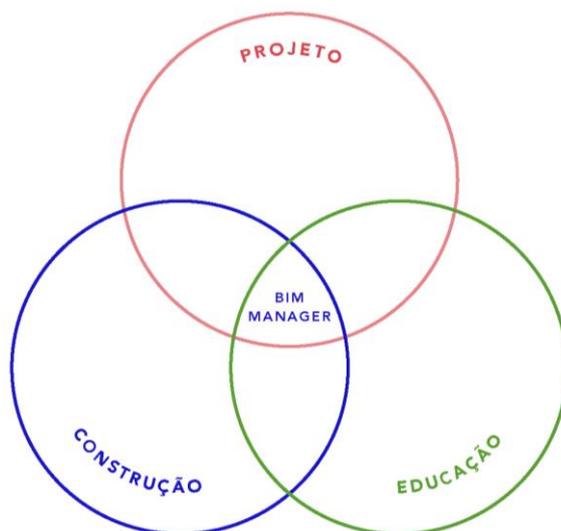


Figura 72-Ilustração Caso de estudo Construção

Retomando a hipótese central desta investigação, que coloca a metodologia BIM como motor responsável pela alteração do trabalho do arquiteto no âmbito da coordenação de projetos de construção civil, foi implementada uma estratégia, traçada para analisar e

avaliar essa hipótese pela elaboração de uma ferramenta de trabalho (CAPÍTULO 3) que reúne as atividades praticadas durante um projeto e a partir desta, analisar o trabalho do arquiteto na função de *BIM Manager* em contextos diferenciados.

A primeira aplicação realizada refer-se ao contexto da *Construção* e nesta secção será desenvolvida o caso de estudo da aplicação da MABIM no contexto de uma construtora (Figura 72). Para a seleção do caso de estudo foram propostos alguns critérios a fim de garantir o enquadramento inicial da investigação, tais como: a aplicação da ferramenta em organização portuguesa pelo motivo deste trabalho usar dados específicos de Portugal e ter sido elaborado no mesmo cenário; ter como fonte principal de serviços a execução de obra, isto é, atuar na construção civil como construtora; possuir sistema de gestão implementado e cultura de gestão de projetos. Possuir previamente a metodologia BIM no contexto de trabalho da organização não foi um critério avaliado, porém, as circunstâncias acarretaram na oportunidade de aplicação em empresa que não possuía a metodologia BIM implementada e também não trabalhara anteriormente de tal forma.

A organização selecionada é uma empresa portuguesa - Zagope²⁶ - fundada em 1967, com experiência significativa na área. É uma empresa especialista em obras públicas de infraestrutura com atuação na Europa, Ásia e África, experiência essa que confere vantagens como a possibilidade de apresentar visões amplas de gestão de projeto através da vivência em outras localidades e não somente em Portugal. Apesar de seguir o critério de seleção de aplicação em Portugal, reconhece-se que o BIM influencia a cadeia da construção civil mundialmente e, portanto, é vantajoso para a investigação abordar casos de estudo que possuam uma visão internacional abrangente.

O trabalho para a aplicação da ferramenta em caso de estudo ocorreu em 2019 em um contexto de projeto profissional para implementação da metodologia BIM na empresa. O panorama consistiu na elaboração de uma proposta de implementação baseada em requisitos da organização na qual foi recomendado um *Plano de Implementação BIM (PIBIM)*. Nesse plano, além de estratégias de gestão, foi sugerido a execução de um Projeto Piloto a partir de uma obra específica. Para tal abordagem, a ferramenta MABIM foi utilizada como método de estruturação do projeto, sendo a base para orçamento e foi posteriormente utilizada como ferramenta de gestão e monitoramento do âmbito contratado (Figura 73).

²⁶ Zagope- Construções e Engenharia, S.A

Além do objetivo técnico, a utilização da ferramenta pretendeu a validação do método e a incorporação e novos dados(atividades) na ferramenta para alargar as possibilidades como forma de banco de dados para serem utilizados em projetos futuros.

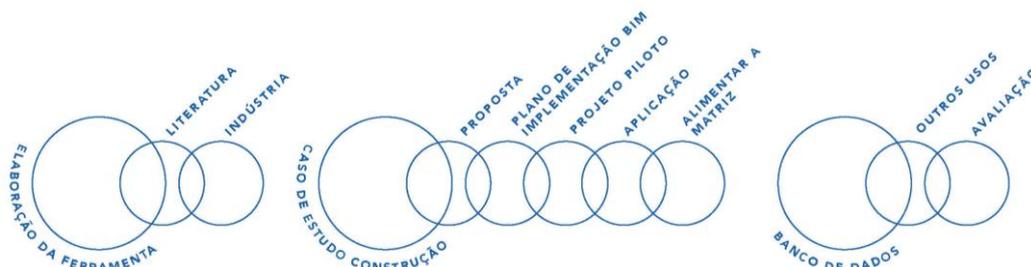


Figura 73- Ilustração da estratégia para o estudo de caso na Construção. Fonte: Autora, 2019.

Implementação BIM no contexto da aplicação do caso de estudo

7.2.

Construção

Nesta seção faz-se a apresentação do panorama de implementação BIM para efeitos de início de trabalho em uma organização. Para tal, é feita uma explanação do contexto mundial e nacional do BIM no qual o PIBIM foi elaborado.

Inicia-se essa discussão da implementação com o apontamento de estudos sobre os benefícios da metodologia com diferentes abordagens como o uso em empresas de projetos, o que gera discussões sobre os processos de trabalho, modificação do processo de design, relações de equipa (Eastman, 2011). Além disso, há a associação à outros ganhos como facilidades em desenvolvimento de múltiplas opções de projeto, melhoria na distribuição de documentos, clareza em representação (Azhar, 2011). Para além disto, o uso da metodologia na indústria AEC induz a interdisciplinaridade dos projetos e melhoria na representação de propostas, melhoria de qualidade da documentação do *as built* (Arayici et al., 2012), fortalecimento da relação entre projeto e custos, melhorando simulações e performance (Navendren et al., 2014).

A capacidade do BIM em oferecer benefícios econômicos e sustentáveis, atingindo um variado e amplo número de participantes, desde o setor público ao setor privado, é atualmente reconhecida (EUBIM Task Group, 2016). De acordo com um estudo de 2019, o retorno financeiro após a implementação foi positivo em 75% das organizações que adotaram BIM na União Europeia (Observatory, 2019).

No entanto, para um uso efetivo, a metodologia BIM encara algumas barreiras na sua implementação tanto do ponto de vista da AEC, como das organizações de projeto. A indústria AEC europeia resiste aos desafios em disseminar seus usos, quando apenas 29% das empresas de engenharia usa BIM e 61% nunca utilizou a metodologia. Esse panorama é também resultado da fragmentação do uso BIM na indústria, de um maior investimento da utilização na fase de projeto, em detrimento da fase de operação e manutenção (Observatory, 2019). Segundo um estudo de implementação no RU, (Navendren et al., 2014), as adversidades de implementação são muitas e pode-se considerar que atingem áreas importantes de uma organização: tecnológica, organizacional e ambiental. Portanto, o desempenho da implementação do BIM deve abranger áreas de políticas legais, como contratos, suprimentos, planejamento de projetos, além da área técnica como segurança, informações técnicas do modelo, validação. Ao atingir tais áreas, os processos são modificados, o trabalho colaborativo é iniciado e, finalmente, as equipas com novos treinamentos e habilidades são desenvolvidas (EUBIM Task Group, 2016).

Tendo em vista os desafios no planejamento da implementação do BIM, a ideia de padronização tem sido amplamente discutida nos últimos anos (Arayici et al., 2012; A.-M. Mahamadu et al., 2017; Wei Wu & Issa, 2014) e esse é um ponto crítico quando se trata de comunicação entre vários stakeholders e interesses da indústria (R. Howard & Björk, 2008), que é o caso do uso dessa metodologia. Várias são as vantagens de estabelecer padrões no setor e, no caso do BIM, facilita a dispersão de iniciativas minimizando custos usando o conhecimento existente e facilitando a interação entre diferentes países, reduzindo as barreiras culturais e incentivando o desenvolvimento de software interoperável (Eastman et al., 2011) os quais são importantes em uma metodologia colaborativa.

A implementação BIM apresentava-se em 2019 em diferentes estágios de desenvolvimento, consoante a região ou continente (Observatory, 2019), seu acompanhamento é objeto de estudos globais, que analisam as diferenças de maturidade entre países (McGraw Hill Construction, 2014; Smith, 2014) e seu maior ou menor desenvolvimento está associado ao incentivo em divulgação de planos padrão, os quais são expostos por vários canais de comunicação com o setor como a Academia, empresas de software e de projetos (Ahmad et al., 2012). Inclui-se ainda a participação governamental como grande catalisador da implementação (McGraw Hill Construction, 2014) através do incentivo traduzido em leis e standards expostos em formato de Guidelines (Chae & Kang, 2015b; EUBIM Task Group, 2016), de diretrizes detalhando atividades importantes a serem

desenvolvidas e que ainda demonstram eficácia através de estudos de caso e prioridades de utilização do BIM (AEC (UK), 2012; BCA - Building and Construction Authority, 2013; Digital Infrastructure, 2015).

Plano de Projeto

O início de uma implementação dentro de uma empresa, seja de tecnologia, novos processos ou outro direcionamento, é feito a partir de um Plano de Projeto e no caso da ^{7.3} implementação BIM do *estudo de caso* não foi diferente. Foi elaborado um plano de projeto baseado em referências técnicas de gestão de projetos, aplicações em BIM e este foi apresentado aos responsáveis da organização para conscientização da abordagem e também para aprovação.

O embasamento da elaboração do plano foi realizado a partir de uma breve organização do estado da arte sobre o tema no sentido de enquadrar o método utilizado para o plano na teoria existente sobre estratégias de implementação BIM.

A necessidade de organizar a estrutura de conhecimento que abrange a metodologia BIM é já conhecida e a discussão continua a ganhar intensidade conforme mais organizações privadas e nacionais reconhecem seu potencial e valor agregado (Succar, 2009). Em concordância com o argumento já exposto, de que a standardização favorece a expansão da utilização do BIM, os Guidelines publicados são um importante direcionamento para a estruturação de um projeto.

De maneiras diferentes, mas não ausentes, os guias abordam a metodologia de forma a criar uma sinergia para as áreas, traduzidas por Succar (Succar, 2009) como “fields” (políticas, processos e tecnologia), ou áreas de atuação BIM. E, por consequência, são áreas a serem avaliadas para conhecer o nível de maturidade BIM numa organização. De maneira similar, apresenta-se como níveis de performance (política, processos, tecnologia, pessoas e habilidades) em documentos da indústria (EUBIM Task Group, 2016), ou como elementos de planeamento BIM (processos, informação, estratégia, infraestrutura, usos, pessoas) (The Pennsylvania State University, 2013).

Consideradas as áreas de atuação BIM, faz parte do processo de implementação o desenho de um *Plano de Implementação*, onde são organizadas as metas e níveis de maturidade BIM que se pretende atingir. Esse formato é descrito na literatura especializada (Kassem et al., 2013; Silva et al., 2016), onde se expõem as possibilidades de intervenções, mas as prioridades são singulares a cada projeto e ao contexto aplicado (Azzouz

& Hill, 2017). Contexto esse que é desenhado pelo tipo de organização, dimensão da empresa, cultura interna, podendo -se afirmar que duas organizações sempre serão diferentes (The Pennsylvania State University, 2013) e, portanto, o plano deverá ser desenhado para atividades específicas, de um determinado ambiente, com participantes singulares, para um projeto de características particulares (Pruskova & Kaiser, 2019).

Assim sendo, o contexto do projeto dita o que será implementado, devendo por consequência, os interessados definirem qual a escala organizacional a ser trabalhada. Succar descreve 12 escalas (Succar, 2010b), sendo estas divididas em 3 grupos: macro, meso e micro; sendo o primeiro um nível organizacional internacional e o último, membros da equipa. Tal necessidade de definição concorda com planos estratégicos de implementação (EUBIM Task Group, 2016; The Pennsylvania State University, 2013) onde se descrevem e detalham as fases de implementação, indicando as boas práticas para se traçar metas e definir ações em cada uma delas. Estas ações são inicialmente trabalhadas a nível estratégico e podem ser organizadas a partir da *avaliação* do contexto, fase na qual se determinam as áreas prioritárias de atuação, com foco no futuro da utilização da metodologia. Parte-se então para o *alinhamento*, determinando o nível de implementação e interesses da organização; e, a partir deste, o desenho do *avanço* da implementação da metodologia, fase em que se planeja a transição dos processos antigos para os novos nas práticas de negócio da Organização (The Pennsylvania State University, 2013) (Figura 74).

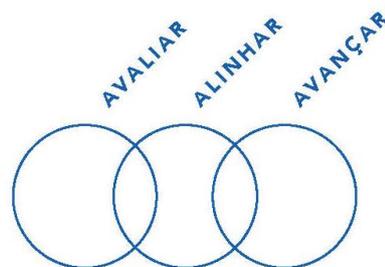


Figura 74- Plano do Projeto-Construção

Inserido no plano de implementação, assim como normas e leis locais, os *standards* existentes devem ser considerados e este é outro ponto em concordância com o argumento sobre a necessidade de traçar metas personalizadas a cada organização. Os *standards*, pelo fato de traduzirem a realidade de cada país e as prioridades do local, são motores de estudos sobre os assuntos tratados por cada um deles (Davies et al., 2017; Sacks et al., 2016; Shou et al., 2015; Succar, 2009) para a compreensão da similaridade entre eles e,

consequentemente, do contexto aplicado. Tratando-se de projetos dentro da comunidade europeia, referem-se nesta ocasião os documentos PAS 11 192 e ISO19650 (BSI, 2013; International Organization for Standardization (ISO), 2017) como forma de ilustrar a importância e a concordância entre eles em descrever e organizar o modo como o trabalho na metodologia BIM deve ser desenvolvido e planejado. Este planejamento, segundo esses *standards*, deve ser estruturado de maneira a incorporar o BIM desde as estratégias organizacionais, ao nível de trocas de informação no decorrer no projeto.

Plano de Implementação BIM

O plano proposto consistiu em um Plano de implementação BIM(PIBIM), com a duração de 5 meses, com a disponibilidade de participação de seis colaboradores da empresa. Os participantes formaram uma equipa de profissionais das áreas de planeamento, custos, projeto, engenharia e gestão. Foi, portanto, um trabalho multidisciplinar com objetivos e requisitos específicos ditados pela organização: iniciar a implementação BIM utilizando como base um projeto com as características de conceção e contratação pública trabalhadas comumente pela organização. O plano deveria abranger além da parte técnica, a capacitação inicial dos funcionários participantes.

A metodologia aplicada foi baseada em literatura especializada e a personalização do plano, nas características da empresa e objetivos definidos pela organização. As boas práticas de gestão de projetos seguidas pela organização e incorporadas no PIBIM foram as preconizadas pelo Project Management Institute 27 (PMI, 2013).

Aplicação do Modelo Estruturado de Implementação

Implementar BIM a partir da experiência anterior da indústria é um método já validado, e a comparação entre os diversos casos de estudos suporta o desenvolvimento de novos usos BIM (Shou et al., 2015). Partindo desta base, a estruturação inicial e estratégica do plano baseou-se no BIM Planning Guide for Facility Owners (The Pennsylvania State

²⁷ PMI Project Management Institute é a organização líder internacional que representa os profissionais da gestão de projetos em todo o mundo e que normaliza e certifica as práticas e conhecimento científico, nesta área de gestão. O PMI oferece oito certificações que atestam conhecimento e competência, dentre as quais, a de Profissional em Gestão de Projetos (PMP)®, que conta com quase 1 000 000 de profissionais certificados em todo mundo. Os salários e oportunidades de carreira dos profissionais certificados demonstram que as empresas reconhecem a mais-valia desta certificação.

University, 2013) e dividiu as primeiras abordagens à organização em: *Avaliação*, *Alinhamento* e *Avanço*. A fase de *avaliação* foi feita a partir das características da organização, do sistema de gestão existente, do formato de distribuição dos departamentos de engenharia e como estão interligados, da avaliação da maturidade sobre a metodologia BIM (existente ou não) na cultura da empresa e dos seus colaboradores.

Já a fase de *alinhamento* iniciou-se com a seleção dos elementos ou áreas BIM a serem trabalhados pela equipa, a partir dos requisitos sugeridos por eles. A seleção baseou-se nos elementos de planeamento (1) Processos: novos processos para novos usos, transição do antigo para o novo; (2) Informação: necessidades ou requisitos, nível de detalhe; (3) Estratégia: metas e objetivos, suportes e recursos; (4) Infraestrutura: software, hardware, rede, espaço físico; (5) Uso: usos do modelo para gerar, processar, comunicar, executar e gerir; (6) Pessoas: estabelecer regras, responsabilidades, formação e treinamentos, nova equipa BIM. Esses elementos foram apresentados à organização para aprovação, alinhamento de expectativas e entendimento do contexto do projeto, além da dimensão pretendida de trabalho a ser realizado. A compreensão da dimensão da interferência que o BIM acarretaria em outras áreas, também fez parte desta fase da implementação. Na fase de *avanço* foi executado o modelo estruturado onde foram desenhados e descritos os principais processos e atividades a serem praticadas durante o projeto.

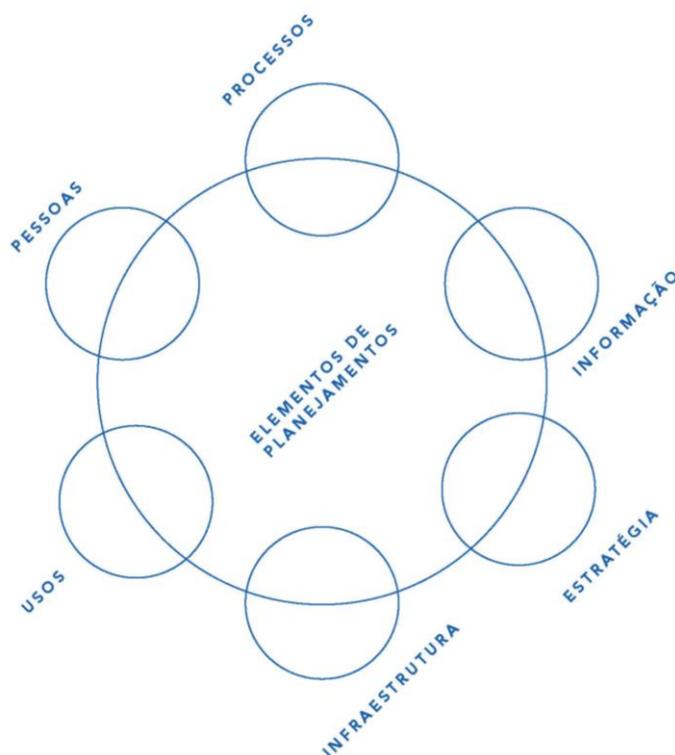


Figura 75-Elementos de planejamento-Estudo de caso na Construção

Um ponto estratégico da implementação referencia-se ao trabalho do *know-how* da equipa participante, da difusão da informação aplicada e traduzida em conhecimento. Baseado na teoria de difusão da inovação (E. M. Rogers, 2003), o plano foi igualmente estruturado para fomentar a comunicação e colaboração durante o projeto com o objetivo de usufruir do conhecimento tácito de cada participante, isso é, o conhecimento adquirido através da prática, experiência, erros e sucessos, de modo a transformá-los em conhecimento explícito, o qual quer a organização quer os colaboradores são capazes de documentar. Essa estratégia direcionou o PIBIM para a organização das atividades de projeto e de exposição do andamento da implementação, de modo a considerar o tempo de colaboração necessário entre a equipa para cada atividade do projeto.

O tempo de trabalho na fase de *avanço* foi então dividido em três subfases: *Preparação do Projeto*, *Preparação do Modelo* e *Preparação do Modelo Colaborativo*. As subfases foram organizadas a partir das prioridades definidas na fase de *alinhamento*, em que foram considerados os conhecimentos técnicos dos membros da equipa e o modo como isso lhes seria apresentado, para que pudessem participar desde a fase de planejamento do modelo e estruturação técnica da modelação de modo a que atendessem ao que estes definiram, isto é, quais as peças a serem modeladas, qual informação útil ser inserida no modelo e assim,

colaborarem de forma ativa. Todo o desenvolvimento do modelo foi associado à utilização do *know-how* da equipa de especialistas para que pudessem compreender as transformações de metodologia e processos de um modo mais participativo.

A aplicação da Matriz de Atividades e a organização das atividades

7.4.

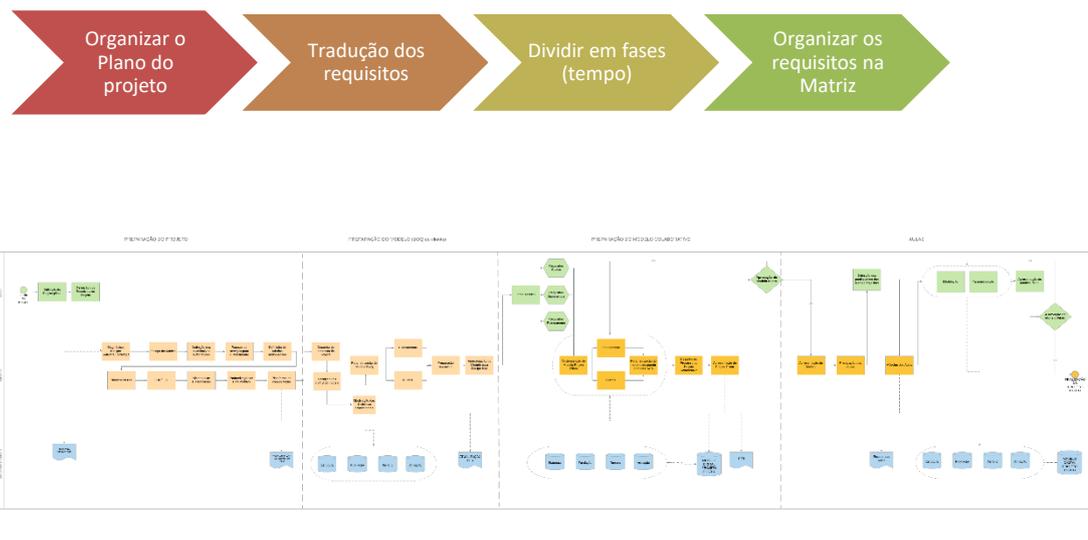


Figura 76- Plano do Projeto em ilustração para o Estudo de caso: Construção

A aplicação da MABIM foi realizada a partir da interpretação dos requisitos da organização e do sequenciamento destes conforme o tempo estimado para a implementação do projeto. As atividades executadas durante o projeto foram selecionadas de acordo com esse método e traduzidas tecnicamente para *requisitos BIM*, isto é, interpretadas como atividades necessárias para se executar o modelo e entregar o produto. Portanto, o PIBIM utiliza a MABIM como molde para a sua organização, foi personalizado para esse estudo de caso, o qual requisitou um produto específico, mas que pode ser reproduzido e adaptado em outras situações.

A distribuição e visualização das atividades (Figura 76) objetivou facilitar a compreensão da metodologia BIM pelos participantes num contexto de *gestão de projeto* já existente e consolidado, considerando uma implementação não apenas técnica, mas

igualmente, do ambiente sócio cultural (Coates et al., 2010), incentivando a reengenharia de processos e a reavaliação do modelo de trabalho enquanto reflexão necessária para a implementação BIM (Smith, 2014). O modelo estruturado de apresentação das atividades trabalha com a inclusão destas de maneira clara e organizada, para que a equipa perceba e avalie quais as melhores ferramentas para as executar. Por outro lado, além de iniciar a estrutura do processo de trabalho, raciocínio intrínseco à metodologia BIM, força os participantes a trabalhar de forma mais próxima e integrada (Pruskova & Kaiser, 2019).

A partir da organização da *matriz* para aplicação a este caso de estudo, a utilização da estrutura permitiu por exemplo o cálculo de horas trabalhadas em cada atividade. Com base na visualização do panorama geral do projeto, a avaliação de cada item pôde ser pensada no detalhe de acordo com o contexto real diagnosticado. Consequentemente, o valor de custo do projeto foi avaliado também nesse nível e ainda, considerando a dificuldade de execução de cada item.

Nesta circunstância, ao estruturar um projeto de implementação que envolve desde atividades de gestão à modelação técnica de um projeto, compreender a dificuldade técnica de execução das atividades é um aspeto fundamental. Através deste *caso de estudo*, validou-se que essas atividades existem e são executadas. Consequentemente deverá haver um profissional responsável por elas. Nesse contexto, a avaliação de complexidade de cada item é significativa para que seja feita uma atribuição de responsabilidades. A responsabilidade sobre as atividades, no âmbito do *caso de estudo* em causa recaíram na autora, que assumiu todas as funções, inclusive o papel de *BIM Manager*. Porém, em uma situação com outros colaboradores, elas seriam distribuídas entre a equipa e geridas por um BIM Manager.

Uma outra utilização para a MABIM foi no monitoramento e o controle de âmbito do projeto durante a execução. Através do registo e visualização do planeamento inicial, o controle do trabalho executado se tornou transparente e de fácil comunicação.

		66		
		A- Preparação	Preparação do Modelo ZAGOPE	Preparação do modelo colaborativo ZAGOPE
		Diagnóstico e Planeamento		
		Necessidades		
Diagn	Diagnóstico	Definição da equipa (cliente)		
		Organograma (cliente)		
		Processos atuais (cliente)		
		Organização de documentos (cliente)		
		Rede interna (cliente)		
		Fluxo de informações (cliente)		
		Rede de contatos de complementares (cliente)		
		Tipos de contratos (cliente)		
		Tipos de projetos (cliente)		
		Atividades gerais da equipa (cliente)	Distribuir relatório de situação de projeto	Verificar situação do projeto apresentado
Usos pretendidos para o Modelo BIM (cliente)	Requisitos para responder ao BoQ	Verificar compatibilização		
Relatório de situação (deficiências do projeto)	Matriz de responsabilidade			
Compatibilizar projetos existentes	Verificar situação do projeto apresentado			
Avaliação da obra existente (publica ou privada)				

Figura 77- Exemplo da Matriz para Construção

Visão geral do estudo de caso além da aplicação na investigação

7.5.

O caso de estudo apresentado refere-se a um Plano de Implementação BIM executado no seio de uma empresa de Engenharia/Construção, a qual acordou num escopo de aplicação delimitado. Neste trabalho foi apresentado o modo como foi elaborado o plano do projeto para atender a esse escopo, passando pela *Avaliação*, *Alinhamento* e *Avanço*. Essa última refere-se à execução do projeto, a qual contou com a aplicação da ferramenta MABIM (Tabela 35).

Como resultado para a investigação, tem-se a alimentação da ferramenta MABIM e as avaliações sobre a sua utilização. No entanto, durante a execução da implementação, outros subprodutos provenientes das atividades foram extraídos como, por exemplo, o mapeamento de toda a teoria praticada durante as reuniões, o registo em plataforma colaborativa com a equipa e o produto do projeto implementado, registado através do Plano de Execução do BIM(PEB). Esses documentos não fazem parte desta seção, mas são abordados neste trabalho como material de evidência e registados nos anexos deste documento (Anexo).

Tabela 35 Modelo estruturado de Implementação

Avaliação					
Áreas de atuação BIM					
Processo	Informação	Estratégia	Infraestrutura	Usos	Pessoas
Alinhamento					
Definição de prioridades de acordo com os requisitos da Organização					
Novos processos para novos usos: transição do antigo para o novo	Necessidade de projeto: nível de detalhe útil	Metas e objetivos, suportes e recursos disponíveis	Software, hardware, espaço físico necessário	Usos do modelo para gerar, processar, comunicar, executar e gerir	Regras, responsabilidades, formações, nova equipa BIM
Avanço					
Definições das atividades a serem realizadas em cada área de gestão BIM para execução do modelo					
			Fases do Projeto		
Grupos de Trabalho		Planeamento do Projeto	Execução do projeto	Modelo colaborativo	
Processos	Diagnóstico	<i>Preencher com as atividades pertinentes a cada fase e grupo de trabalho</i>			
	Processos BIM				
Pessoas	Formação				
	Integração				
Políticas	Plano de Execução BIM				
	Contratação				
	Cronograma				
Tecnologia	Interoperabilidade de sistemas				
	Modelação e colaboração BIM				
	Gestão de documentos				

Tabela 36 Modelo estruturado de Implementação Aplicado

Atividades necessárias para realizar o projeto				
		Fases do Projeto		
Grupos de trabalho		Planeamento do Projeto	Execução do projeto	Modelo colaborativo
Processos	Diagnóstico	<i>Definição de equipa, organograma, análise de processos atuais, fluxo de informação, atividades atuais</i>	<i>Distribuir relatório do projeto atual, requisitos de BOQ, análise do projeto atual.</i>	<i>Verificação do projeto apresentado, verificação de compatibilidade.</i>
	Processos BIM	<i>Indicadores, sistema de classificação, regras de modelação</i>	<i>Verificação de indicadores, desenho do mapa de processos com inputs verificados</i>	<i>Atualização de processos, inclusão de colaboração, novos inputs, garantia da transferência da informação</i>
Pessoas	Formação	<i>Conceitos BIM para gestão</i>	<i>Revit e Navisworks para planeamento</i>	<i>Infraworks e colaboração para CCS Candy</i>
	Integração	<i>Definição da plataforma de comunicação, identificação dos responsáveis, definições de templates</i>	<i>Realizar e registar reuniões de projeto.</i>	<i>Realizar e registar reuniões de projeto.</i>
Políticas	Plano de Execução BIM	<i>Definir formatos e estrutura dos modelos, nomenclatura, fluxo de entregáveis, registo dos requisitos de informação.</i>	<i>Atualização do PEB de acordo com o modelo de informação</i>	<i>Atualização do PEB de acordo com o modelo de informação</i>
	Contratação	<i>Requisitos de contratação de projetistas e avaliação de competências BIM</i>	<i>Definição de projetistas e consultores</i>	<i>Gestão do contrato dos projetistas (planeamento e pagamentos)</i>
	Cronograma	<i>Criação do cronograma, projetos com diferentes estágios de</i>	<i>Gestão do cronograma via plataforma colaborativa,</i>	<i>Gestão do cronograma via plataforma colaborativa,</i>

		<i>desenvolvimento e de maturidade BIM.</i>	<i>atualização de status dos projetos.</i>	<i>atualização de status dos projetos.</i>
Tecnologia	Interoperabilidade de sistemas	<i>Identificação da plataforma de colaboração do cliente, sharepoint, comunicação interna, definição de softwares.</i>	<i>Distribuição de requisitos de informação e procedimentos a serem seguidos sobre infraestrutura</i>	<i>Executar atividades em plataforma colaborativa, analisar novas ferramentas.</i>
	Modelação e colaboração BIM	<i>Verificação de informação existente, organização da informação a ser modelada, definição de LOD e LOI.</i>	<i>Modelação da informação e parametrização seguindo BOQ.</i>	<i>Análise do modelo, preparação da informação para Navisworks e Infracworks.</i>
	Gestão de documentos	<i>Documentação de RFI, CO, procedimentos de coordenação de projetos.</i>	<i>Gestão dos documentos publicados, controle de qualidade dos modelos.</i>	<i>Gestão e clash detections e documentações do modelo.</i>

7.6. Notas finais do Capítulo 7

Este capítulo expressa a utilização da ferramenta Matriz de Atividades BIM (MABIM) no âmbito da construção e para o efeito, recoreu-se ao *estudo de caso* de uma empresa portuguesa para qual foi elaborado e executado um *Plano de Implementação BIM*.

As informações recolhidas durante o processo teórico e prático do *estudo de caso*, apontam e valorizam a absoluta dispersão do tema BIM no âmbito da construção, além de sinalizar barreiras à utilização, pontos críticos e positivos nos usos da metodologia. A partir da abordagem desses tópicos, ratifica-se o caráter internacional e a desterritorializado do tema BIM, bem como o da sua implementação na cadeia de produção da construção. A implementação proposta e executada foi totalmente fundamentada em literatura especializada e expõe-se através de um *Plano de Projeto* que utiliza a coordenação de projetos como suporte para a sua organização, além de contribuir com uma ordenação padronizada.

A utilização da ferramenta proposta aponta melhorias no alicerce do plano do projeto e representa a validação do funcionamento da MABIM também num âmbito de implementação da metodologia, que não apenas na utilização para planeamento de projeto, como foi concebida. A recolha de dados durante o preenchimento da ferramenta e no seu

uso possibilitou a criação de uma estrutura de conhecimento específica, baseada na empresa envolvida, nos participantes do projeto, no seu *know-how* e nos resultados do projeto.

A MABIM evidencia a sinergia entre as áreas, ou grupos de trabalho do projeto, explicitando a transversalidade das atividades BIM que há em um projeto de implementação.

Outro ponto evidenciado neste capítulo é a necessidade de elaboração de um *Plano de Projeto*, identificado nessa oportunidade como *Plano de implementação BIM (PIBIM)*. Fica evidente, por via deste *estudo de caso*, que as ações necessárias para uma implementação têm uma grande abrangência, são condizentes com a necessidade de planejamento de qualquer projeto e são, portanto, transversais a todas as áreas, mesmo que sejam atividades específicas, em ambiente singular e com características particulares. Além de justificar a organização das atividades por um *BIM Manager*, neste caso, assumido pela autora.

Como mais valia e boa prática deste *estudo de caso*, refere-se o investimento e aprofundamento do entendimento sobre difusão da inovação e da diferenciação de conhecimento tácito e explícito dos colaboradores. Sendo o conhecimento tácito aquele adquirido pela experiência, e explícito o que pode ser documentado. A utilização do *know how*, isto é, do conhecimento, das informações específicas e especializadas que possuem os colaboradores de uma determinada empresa, como importante base pra a estruturação de um PIBIM é considerada também um benefício para essa base de conhecimento (Mizumoto & Oliveira, 2020b).

Essa base de informação fará parte da abordagem dos próximos capítulos práticos que usam o conhecimento dos participantes como peça chave para a utilização da ferramenta nos gabinetes de projeto.

CAPÍTULO 8. **BIM EM PROJETOS: Abordagem prática via aplicação da Matriz de Atividades BIM na Coordenação de Projetos**

Neste capítulo são expostos os estudos de caso aos quais foi aplicada a ferramenta MABIM. Essas experiências tiveram como objetivos a melhoria da *Matriz*, o seu entendimento como ferramenta de coordenação de projetos através da compilação de atividades, a recolha de opiniões dos especialistas através de uma avaliação durante o uso e o estímulo à criação de um banco de dados de planeamento de projetos. O processo foi registado e validado através de entrevistas com os participantes, nas quais foram debatidas as ideias centrais da Investigação.

A estrutura das aplicações está organizada em: *seleção dos estudos de caso, avaliação inicial, uso da ferramenta, reuniões de alinhamento, recolha de dados e entrevista final.*

Os resultados obtidos são em formato de documento *Excel* preenchidas pelos avaliadores e estes formam o conjunto de dados confrontados com a teoria de funcionamento da ferramenta para coordenação de projetos BIM.

8.1. **Estudo de caso para validação da Matriz de Atividades BIM (MABIM).**

A seleção dos estudos de caso para a aplicação da MABIM teve como objetivo abranger as duas áreas de atuação prática do arquiteto: *construção e gabinete de projeto.* Para tal, foram selecionadas três empresas construtoras, que possuem atividades de coordenação de projetos nos seus trabalhos internos, e outros quatro gabinetes de arquitetura, com estrutura de atuação variada.

A área da construção foi abordada em dois momentos da execução do documento de tese, sendo a primeira, relatada no 0. Na altura, ano de 2019, a ferramenta apresentava já a mesma estrutura tendo sido atualizada a partir dos dados de atividades necessárias para a execução do projeto piloto de implementação BIM, como a estrutura em dez grupos de trabalho e as divisões em tempos de evolução do projeto (Mizumoto & Oliveira, 2020b). A segunda oportunidade para o teste de implementação da MABIM surgiu já numa fase mais avançada do trabalho, no decorrer dos anos de 2020 e 2021, concomitantemente com a realização dos testes no seio de gabinetes de projeto. Existe uma diferença de abordagem entre os testes, devido a distância temporal entre eles, porém todos tiveram o mesmo objetivo

central que foi o da recolha de dados relacionados com as atividades de coordenação de projeto em BIM.

Para o enquadramento geográfico dos estudos de caso, uma das preocupações foi considerar também empresas portuguesas, a fim de estruturar uma argumentação compatível com o discurso e enquadramento geral do trabalho e avaliar as informações obtidas, nomeadamente sobre possíveis diferenças de atividades executadas. Deste modo, integram o grupo de participantes uma empresa construtora e um gabinete de arquitetura ambos com sede em Portugal.

Outro ponto de interesse para o convite dos participantes foi abranger diferentes níveis de maturidade de implementação BIM. O objetivo desta ação foi perceber, de maneira panorâmica, as atividades de um *BIM Manager* em todo e qualquer tipo de projeto, independentemente do grau de evolução BIM que se encontra o gabinete.

Isto posto, o quadro de participantes é ilustrado pela Tabela 37.

Tabela 37- Participantes da fase de Validação da MABIM

	Área	Caso de Estudo	Local	O que foi feito
1	Construção	Zagope Engenharia	Portugal	Implementação BIM utilizando a ferramenta
2	Construção	Matec Engenharia	Brasil	Planeamento de um projeto utilizando a ferramenta/ avaliação pelos especialistas
3	Construção	Método Engenharia	Brasil	Planeamento de um projeto utilizando a ferramenta
4	Projeto	Modulor Arquitetura	Brasil	Planeamento de um projeto utilizando a ferramenta
5	Projeto	Marta Campos	Portugal	Planeamento de um projeto utilizando a ferramenta
6	Projeto	Estúdio Mais Um	Brasil	Planeamento de um projeto utilizando a ferramenta/ avaliação pelos especialistas
7	Projeto	Pontto Quatro	Brasil	Planeamento de um projeto utilizando a ferramenta/ avaliação pelos especialistas

1. *Zagope Engenharia*: Empresa portuguesa fundada em 1967, especializada em projetos de obras públicas de infraestrutura: aeroportos; água, saneamento e meio ambiente; barragens e hidroelétricas; edifícios, urbanismo e complexos desportivos; estradas, pontes e viadutos, metros e ferrovias, mineração, portos

e terminais marítimos, projetos industriais, túneis. Maturidade BIM: Investimentos esporádicos em desenvolvimento de equipa, projeto piloto.
<https://www.zagope.pt/>

2. *Matec Engenharia*, empresa brasileira, com 3 décadas de atuação no mercado da construção civil. Mais de 6 milhões de metros quadrados de áreas construídas no Brasil, 210 clientes atendidos nas áreas da indústria, edificações, varejo, ciência e tecnologia, shopping centers e saúde. 410 obras realizadas, cerca de 400 funcionários diretos e 2500 funcionários indiretos. Maturidade BIM: Possui áreas de tecnologia e projeto integradas, investimento contínuo em desenvolvimento de equipa e projetos colaborativos.

<https://matec.gupy.io/>

3. *Método Engenharia*, em 2020 listada como a 4ª maior empresa de construção brasileira. Atua em segmentos diversos da construção: projetos especiais, edifícios comerciais, educação e cultura, fast construction, hotéis, infraestrutura e logística, mineração. Dentre esses, com prestação de serviços voltados à construção civil, EPC, gestão integrada e serviços de engenharia, manutenção de rotina, pré construção.

Maturidade BIM: recebe, oferece e executa a gestão de projetos BIM, com departamento de projetos especializado em modelação e gestão da informação.

<http://www.metodo.com.br/>

4. *Modulor Arquitetura*, empresa brasileira de projetos e gestão de obras nas áreas de arquitetura, urbanismo, design de interiores, gestão de obra, viabilidade técnica e legal.

Maturidade BIM: Atua com gestão de modelo digital com diversos usos desde 2015, estrutura colaborativa existente e produtiva. Executa gestão de projetos BIM em todas as áreas de atuação do gabinete.

5. *Marta Campos*, empresa portuguesa de projetos de arquitetura e reabilitação. Maturidade BIM: Processos e procedimentos de gestão de modelo digital desenvolvidos internamente, produtos de gestão BIM organizados e oferecidos conforme demanda.

<http://martacampos.pt/>

6. *Estúdio Mais Um*: empresa brasileira de projetos de arquitetura, urbanismo e consultorias. Com atuação em projetos e concursos públicos, pesquisas e experiências do usuário através da tradução das demandas da cidade e seus habitantes.

Maturidade BIM: Utilização de modelação digital sob demanda, coordenação de projetos tradicional, com a inclusão de atividades BIM conforme contrato.

<https://estudiomaisum.com/>

7. *Pontto Quatro*: empresa brasileira com atuação na construção civil nas etapas de planejamento, design e construção e projetos nas áreas: Comercial, restauro e patrimônio, arenas poliesportivas, escolas técnicas, clínicas médicas, academias, teatros e espaços multiuso.

Maturidade BIM: Atuação em projetos específicos e sob demanda.

<https://pontto4.com>

8.2. **Avaliação inicial, uso da ferramenta e reuniões de alinhamento**

O processo de criação da MABIM foi conduzido por fases que passaram pela sua estruturação, o seu preenchimento inicial com dados de trabalhos executados ao longo do curso de doutoramento, até ao teste para validação da ferramenta. Em todas as fases, a intenção foi a de melhoria da MABIM, que foi sendo continuamente atualizada e aperfeiçoada durante o processo.

Nesse sentido, foi realizado um cronograma de interação com as equipas selecionadas. Esse cronograma consistiu em:

1. Primeira interação para o convite e enquadramento do trabalho.
2. Envio da ferramenta via email e vídeo explicativo²⁸.
3. Reunião de entendimento e dúvidas.
4. Recolha das ferramentas preenchidas.
5. Envio de material de interação para a entrevista final (questões discursivas e de avaliação da ferramenta).
6. Reunião para entrevista com os participantes.

²⁸ Material de interação com participantes que foi desenvolvido pela autora. O conteúdo deste material está em anexo digital.

7. Nas primeiras etapas de entendimento e enquadramento, os comentários, dúvidas e sugestões foram recolhidos e considerados na atualização da ferramenta, conforme registo das reuniões exposto na Tabela 38.

Tabela 38-Registo dos tópicos e melhorias da MAB-Reuniões

<p>10/07/2020</p> <p>Maurício Serpa- Pontto Quatro</p> <p><i>Tópicos comentados:</i></p> <p>Processo de trabalho do avaliador sendo adaptado para o uso de uma nova ferramenta.</p> <p>Coerência dos processos apresentados na ferramenta.</p> <p>Sequência do uso da ferramenta- melhorar a explicação inicial para que o usuário entenda como funciona num projeto real. Sugestões:</p> <p>Usar um exemplo de projeto real para facilitar o entendimento do usuário com exemplos de construção.</p> <p>Melhorar a explicação da leitura da ferramenta, ou sequência de leitura da planilha. Ex: zigzag.</p> <p>Discussão sobre custo/ peso das atividades. Sugestão:</p> <p>Avaliar por pacotes de grupos de trabalho e a partir deles, criar a métrica de pesos por atividades.</p> <p>Índice de dificuldade.</p> <p>Discussão sobre coordenador de projeto ser o arquiteto- sugestão: definir que o trabalho fala do “arquiteto coordenado de projeto”.</p> <p>Definir para o usuário qual o Objetivo da ferramenta.</p> <p>Definir e explicar que as atividades são fixas e devem estar em algum grupo de trabalho.</p> <p>Discussão sobre diretrizes padronizadas via excel, estruturação do modelo via contrato.</p> <p>Os documentos BIM repetem muita informação.</p> <p>Fazer vínculos com documentos existentes para organizar as atividades.</p> <p>Links com contrato e cronograma.</p> <p>Discussão sobre diferença de sequência de montagem do escopo de trabalho e sequência de execução das atividades.</p> <p>Codificação das atividades de acordo com normas e regras existentes. Sugestão: seguir PMI, 15965-Brasil, para linkar com normativas e relacioná-las.</p> <p>Melhorar a descrição das atividades para que se compreenda quais são requisitos de projeto. Ex: grupo de trabalho formação, na fase de empreitada- não está bem definido.</p>
<p>23/07/2020</p> <p>Modulor</p> <p>Arq. Fernanda Alferes-</p> <p><i>Tópicos comentados:</i></p> <p>Foi apresentado o projeto da Modulor arquitetura que será utilizado como Estudo de caso para o preenchimento da ferramenta Matriz de Atividades BIM. Será o projeto do Templo de Salvador.</p> <p>Foram discutidos todos os grupos de trabalho para sanar as dúvidas de como utilizar a ferramenta.</p>

<p>Houve dúvidas sobre entendimento dos grupos de trabalho.</p> <p>Foram discutidas as utilizações das fases de coordenação de projeto da ferramenta.</p> <p>Alguns aspectos importantes sobre o processo de implementação BIM que já foi feito na Modulor: os Templates e famílias são próprios do projeto/ cliente e já foram desenvolvidos anteriormente.</p> <p>A Modulor conhece a sua curva de aprendizado da metodologia e isso poderá ser interpretado com a utilização da Matriz de Atividades.</p> <p>Foi discutido sobre os conflitos de usos no contrato do caso de estudo entre gabinete de gestão (Modulor) e construtora (contratada pelo cliente). Serão considerados na ferramenta apenas os Usos BIM sob responsabilidade da Modulor.</p> <p>Houve um entendimento geral da ferramenta, as dúvidas foram sanadas e o preenchimento será feito já na revisão da ferramenta, fruto da composição de comentário dos outros especialistas.</p>
<p>14/08/2020</p> <p>Matec</p> <p>Arq. Jéssica Valejo e Eng. Ana Carolina Bonaldi</p> <p>Envio esse email para registrar a nossa 1 reunião de apresentação da ferramenta que ocorreu no último dia 14/08.</p> <p>Apresentação do projeto.</p> <p>Apresentação do funcionamento da ferramenta.</p> <p>Discussão sobre preenchimento, tipo de projeto a ser testado, possibilidades de uso na empresa para adequação ao estudo de caso.</p> <p>Próxima etapa: teste da ferramenta pelo especialista, preenchimento das atividades.</p>
<p>04/09/2020</p> <p>Reunião de apresentação: Estúdio Mais um</p> <p>Representante: Arq. Luís Fernando Milan</p> <p>Apresentação do trabalho e da ferramenta.</p> <p>Apresentação do gabinete Estudio Maisum.</p> <p>Metodologia BIM em desenvolvimento, alguns projetos executados com modelo digital feito em Archicad. Utilização para extração de documentação 2d para o cliente e interesse em automatizar processos internos.</p> <p>Compatibilização de disciplinas MEP, estrutura e arquitetura através do 2d.</p> <p>O gabinete está a desenvolver métodos próprios para automatização dos processos internos: famílias, templates, estruturação de modelo.</p> <p>Dúvidas apresentadas: sobre necessidade de preenchimento de todas as etapas da planilha base; se era necessário apagar as atividades sugeridas na planilha base.</p> <p>A estruturação da ferramenta foi compreendida pelo usuário na primeira abordagem.</p>
<p>08/10/2020</p> <p>Reunião de apresentação: Marta Campos</p> <p>Representante: Marta Campos</p> <p>O trabalho foi apresentado à arquiteta Marta Campos, foram discutidos os métodos de preenchimento.</p>

Houve dúvidas sobre as fases do ciclo de vida, sobre a necessidade ou não de preenchimento de todas as fases e dos grupos de trabalho.

Discussão sobre escolha do tipo de projeto a ser testado, este fica a critério da especialista.

Validação da ferramenta pelos especialistas

Para a validação da etapa de *estudos de caso* foram organizadas duas formas de avaliação: avaliação da ferramenta MABIM e a avaliação do método de aplicação sugerido.

8. A avaliação da ferramenta foi realizada a partir do preenchimento de algumas questões colocadas aos participantes (Figura 78). Tal processo teve o seu foco na percepção da opinião sobre a pertinência de objetivos primários do projeto: *pertinência das informações, adequação ao problema, dificuldade/facilidade no uso, sobre a organização formal da MABIM como a divisão por fases e por grupos de trabalho*. Outro ponto de interesse foi a avaliação dos objetivos secundários, que visou investigar o entendimento dos participantes sobre temas como: *comunicação formal e informal; identificação do esforço visível na execução das atividades e nas relações interdisciplinares*.

 AVALIAÇÃO DOS ESPECIALISTAS Solicitamos a avaliação da ferramenta sob a ótica dos temas propostos:				
Avaliação dos objetivos primários				
	Pertinência das informações	Adequação ao problema	Sobre a dificuldade/facilidade de uso	Considerações e sugestões
Divisão por fases/ tempo				
Divisão por grupos de trabalho				
Sequência de preenchimento				
Gestão do tempo das atividades				
Atribuição de preço por passo				
Gestão de custos por atividade				
Análises de gestão por mapeamento das atividades				
Grupo de trabalho Diagnóstico				
Grupo de trabalho Formação				
Grupo de trabalho Interoperabilidade de Sistemas				
Grupo de trabalho Plano de Execução BIM				
Grupo de trabalho Contratação BIM				
Grupo de trabalho Processos BIM				
Grupo de trabalho Cronograma				
Grupo de trabalho Modelação				
Grupo de trabalho Gestão documental				
Grupo de trabalho Integração				
Avaliação dos objetivos secundários				
	Pertinência das informações	Adequação ao problema	Sobre a dificuldade/facilidade de uso	Considerações e sugestões
Inclusão de comunicação formal e informal				
Identificação de esforço invisível				
Identificação de relações inter e intra disciplinares				
Identificação dos atores do projeto				
Identificação dos atores de interferência das atividades				
Controle do escopo: linha de base e inclusão de novas atividades-ativo				
Considerações e sugestões				

Figura 78-Avaliação da ferramenta MABIM

Como forma de avaliar o processo global e de recolher opiniões sobre as questões centrais da investigação, foram organizadas entrevistas com principais intervenientes de cada *estudo de caso*.

Esta fase foi desenvolvida após o recebimento da ferramenta preenchida e foi realizada *on-line*. As questões aplicadas foram divididas em quatro esferas: *projeto*, *matriz*, *BIM Manager* e *gestão BIM*. Os participantes receberam algumas das questões via e-mail, sendo que outras questões complementares serviram de base para a discussão durante as entrevistas.

Tabela 39 Entrevista MABIM

Matriz de Atividades BIM (MABIM)			
PROJETO	1	Descrição do projeto planejado	
	2	Enxergou novas demandas ou produtos com a MABIM?	
	3	Enxerga uma linha comum entre os projetos que podem ser utilizados como linha de base do banco de dados da MABIM?	
MATRIZ	4	Como julga a visualização do mapa de tarefas, há benefícios nesse tipo de visualização holística do projeto?	
	5	Há relação com redução da ineficiência a partir da visualização das tarefas que são compartilhadas?	entrevista
	6	Eficiência no trabalho, colaboração, interdependência entre as tarefas, distribuição de esforço	entrevista
	7	Esforço muda de acordo com a maturidade	entrevista
	8	Enxerga os riscos pela matriz?	entrevista
	9	Percebe diferenças entre atividades formais e informais do projeto? Quais?	
	10	Percebe diferenças entre atividades Intra organizacionais e Into organizacionais? Quais?	
BIM MANAGER	11	A partir do mapa das atividades, percebe a totalidade das atividades como sendo de responsabilidade de gestão de um BIM Manager?	
	12	Considerando o BIM Manager o profissional responsável pela gestão da informação do projeto, garantia do escopo do projeto conforme idealizado, entende como mais-valia esse profissional ser um arquiteto?	

	13	Quais as vantagens do profissional arquiteto exercer a função de BIM Manager?	
	14	Enxerga alguma desvantagem do profissional arquiteto exercer a função de BIM Manager?	
	15	Quais as diferenças na coordenação de projetos tradicional e no BIM?	entrevista
	16	Enxerga a função do arquiteto como coordenador perdendo espaço no mercado?	
	17	Vê na função BIM Manager uma oportunidade de inserção do arquiteto em toda a cadeia de produção?	entrevista
	18	Entende que o BIM alterou a atribuições de um coordenador de projeto?	
	19	Se sim, essas diferenças influenciam no trabalho do arquiteto?	
Gestão BIM	20	Aumentou a quantidade de trabalho?	entrevista
	21	O BIM requer atividades de gestão de projetos para o seu desempenho. Há dificuldade de mensurar esse tipo de trabalho?	
	22	Percebe o uso da MABIM como facilitadora para identificação e, mensuração das atividades de gestão de projetos?	entrevista
	23	A partir da matriz conseguiu perceber algum processo de trabalho novo antes não considerado?	
	24	Diálogo sobre interesses múltiplos	

8.4.

Resultados das aplicações da ferramenta

Especialista- Matec e Método

Os resultados da aplicação da MABIM na *Indústria da Construção* serão apresentados de maneira conjunta pelos dados da *Matec Engenharia* e *Método Engenharia*. Ambas possuem portfólio e serviços comuns no mercado da construção civil e utilizam a metodologia BIM na gestão de obras. Uma ressalva importante é a maturidade BIM da *Método Engenharia*, que atua e desenvolve o BIM com um departamento específico de projetos BIM desde 2013, possuindo, portanto, uma maior abrangência da utilização e aceitação nos seus projetos em comparação com outras empresas e com a *Matec Engenharia*. Isto posto, serão apresentados alguns dados coletados durante a fase da aplicação e que delinearão as discussões sobre as atividades sob responsabilidade do *BIM Manager*.

A *Matec Engenharia* é uma empresa de construção civil, tem um portfólio variado na área de gestão de projetos e execução de obras. Possui uma área de inovação que se dedica também ao desenvolvimento e implementação do BIM na empresa.

A participação da *Matec Engenharia* no presente estudo se deu por intermediação de três participantes, sendo que dois deles foram entrevistados na avaliação da ferramenta (dois representantes da arquitetura e um da área da engenharia). A *Matec* possui um sistema de gestão, com processos e procedimentos para coordenação de projetos, sendo que foi possível a aplicação da ferramenta MABIM para além daquela já implementada na empresa. O preenchimento da ferramenta MABIM foi feito por três técnicos da empresa, duas das quais responsáveis pelo planejamento de projetos e por um coordenador de projetos. Este último foi o responsável por incluir atividades específicas relacionadas com os projetos das disciplinas de especialidade. Refira-se que é uma prática da empresa a utilização de modelos digitais para planejamento, orçamentação de projetos e usos específicos em obra.

A aplicação da MABIM na *Metodo Engenharia* contou com a participação de uma arquiteta experiente em coordenação de projetos, quer num modelo *tradicional*, como também em BIM. Os resultados são compatíveis com a expectativa da Investigação por se tratar de uma empresa que possui o BIM integrado ao seu sistema de gestão.

A primeira abordagem da avaliação parte da análise dos resultados do preenchimento da MABIM. A partir do resultado geral, apresentado na Figura 79, verifica-se que existe desenvolvimento do BIM nas quatro áreas na Matec: tecnologia (43%), Processos (20%), Pessoas (7%) e Políticas (30%). Isso demonstra que a empresa compreende o BIM como uma metodologia de trabalho e o desenvolve em todas as áreas. Um resultado similar é observável na *Método*, onde se percebe existir um maior equilíbrio entre as áreas (Figura 80).

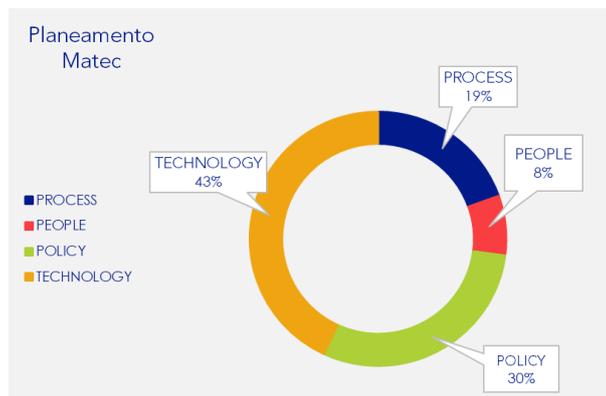


Figura 79-MABIM_ Matec -Resultado Geral

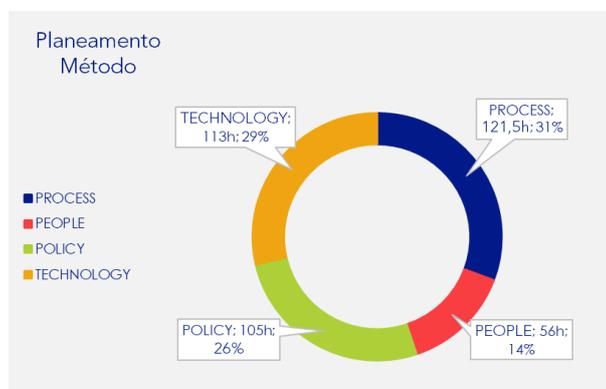


Figura 80 MABIM_ Método -Resultado Geral

Para a avaliação dos resultados do projeto nesta investigação, regista-se algumas particularidades de utilização da ferramenta, as quais se baseiam em adequações às fases de projeto que a empresa atua.

A *Matec* é uma empresa que atua em licitações de obras, ou seja, faz parte das suas atividades a produção de propostas técnicas e financeiras para a construção dos projetos. Essa atividade, nesta fase, foi considerada na MABIM na coluna que corresponde a *concurso de projeto*. A fase de *preparação* foi considerada do mesmo modo que a do *planeamento do projeto*, sendo que o *início de coordenação de obra* foi considerado como o momento de realizar novas conexões e acréscimo de informações. A *execução do projeto* não foi considerada por não fazer parte do âmbito de trabalho da empresa e o *início de coordenação de obra* foi considerado na etapa anterior. A *Matec* considerou na MABIM a fase de *execução de obra* utilizando o planeamento já implementado na empresa para usos BIM específicos de coordenação de projetos em campo.

Os resultados da MABIM apresentam as atividades com uma quantidade e dispersão significativa no projeto da *Matec* (Figura 81), demonstrando que a coordenação de projetos BIM é considerada em todas as fases do ciclo de vida do projeto desenvolvido na empresa. De modo análogo isso também se verifica na *Método*, com foco especial nas áreas de planejamento e execução de obra (Figura 82)

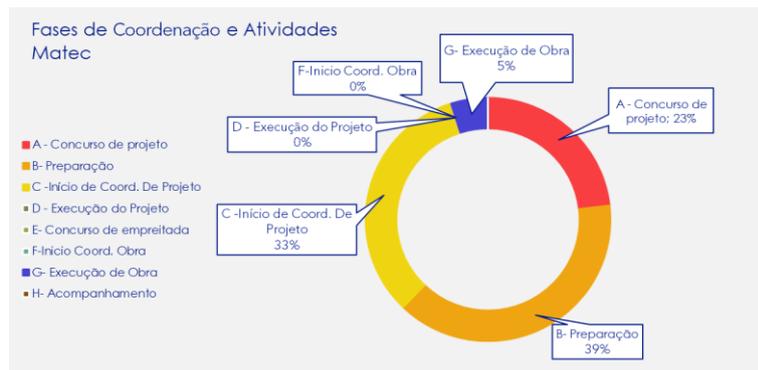


Figura 81- MABIM_ *Matec*- Resultado Fases de Coordenação de Projetos x atividades

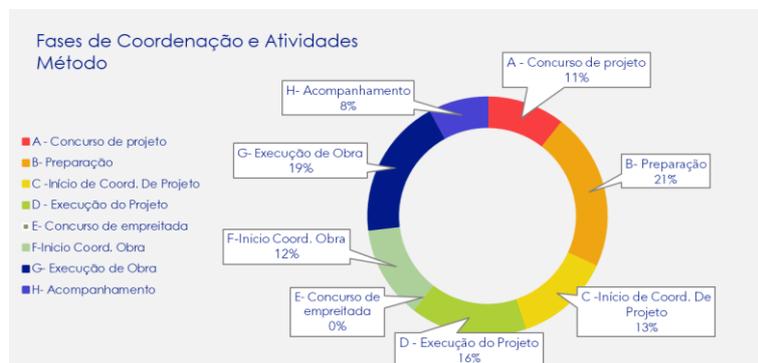


Figura 82 MABIM_ *Método* - Resultado Fases de Coordenação de Projetos x atividades

Relativamente à *Matec*, a relação de fases de ciclo de vida e horas trabalhadas direciona o entendimento da importância dada ao planejamento BIM na etapa de *concurso de projeto* (Figura 83). É nesta fase, segundo as participantes, que a empresa investe mais tempo de trabalho no planejamento da obra e isso tem consequências na coordenação de projetos, visto que o planejamento é feito sobre um modelo digital da futura construção. Seguidamente tem-se a fase de *preparação do projeto*, que possui muitas atividades listadas, mas não é proporcional às horas dedicadas à sua implementação. Essa é a fase de trabalho que ocorre após uma adjudicação da obra, e conseqüentemente as informações são adaptadas aos requisitos próprios da execução em obra. Assim, tal como na fase de *concurso do projeto*,

a fase de *início de coordenação de projeto* tem um peso significativo pois é a fase em que se prepara o projeto para novos usos BIM do modelo digital produzido. Apesar da fase de *concurso* apresentar um maior número de horas consumidas, é a na fase de *início de coordenação de projetos* que se observa o maior consunto, isso está relacionado com a quantidade de reuniões e colaboradores envolvidos nesta essa etapa do projeto que prepara os requisitos de usos BIM do modelo digital em obra (Figura 84).

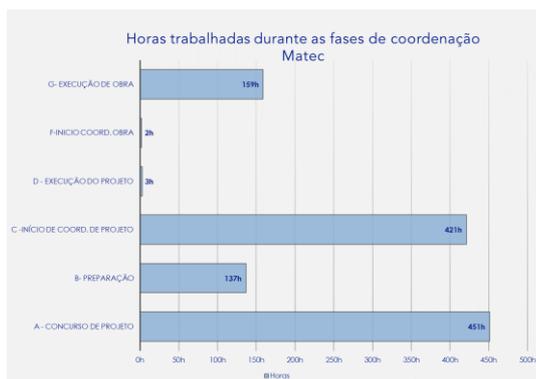


Figura 83-- MABIM_ Matic - Resultado Fases de Coordenação de Projetos/horas trabalhadas

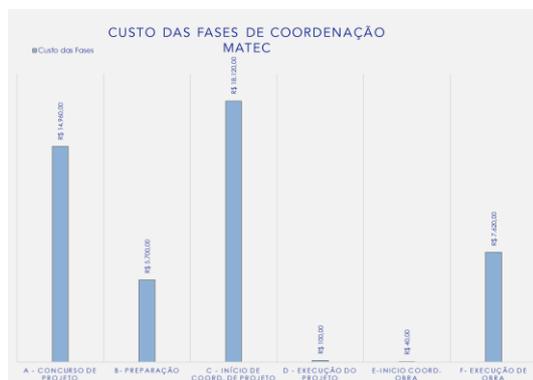


Figura 84-MABIM_ Matic - Resultado Fases de Coordenação de Projetos/custos

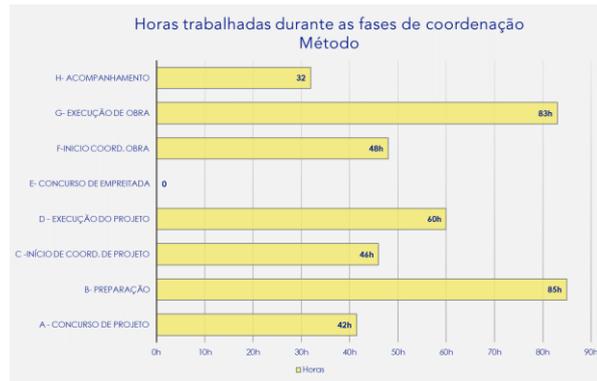


Figura 85 -- MABIM_ Método - Resultado Fases de Coordenação de Projetos/horas trabalhadas



Figura 86 MABIM_ Método - Resultado Fases de Coordenação de Projetos/custos

A relação das atividades com os grupos de trabalho (Figura 87, Figura 88 e Figura 89) mostram-nos que estas estão sendo consideradas em todos os grupos, com especial ênfase para o grupo da *Modelação*. Este resultado é revelador pois demonstra que o método sugerido de subdivisão por grupos de trabalho é adequado para gestão de projetos BIM.

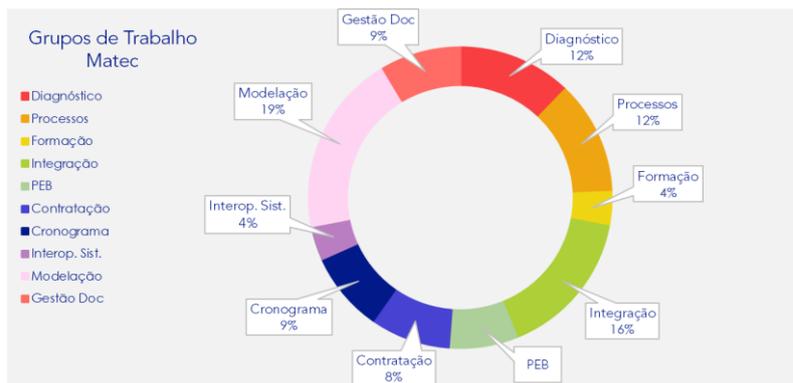


Figura 87-MABIM_Matec- Resultado das atividades nos Grupos de Trabalho



Figura 88-MABIM_Matec- Resultado Grupos de Trabalho/ horas trabalhadas



Figura 89-MABIM_Matec- Resultado Grupos de Trabalho/ custos

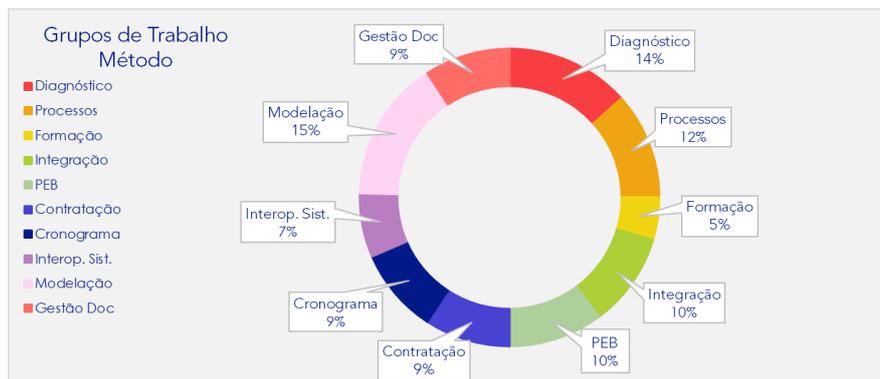


Figura 90 MABIM_ Método - Resultado das atividades nos Grupos de Trabalho

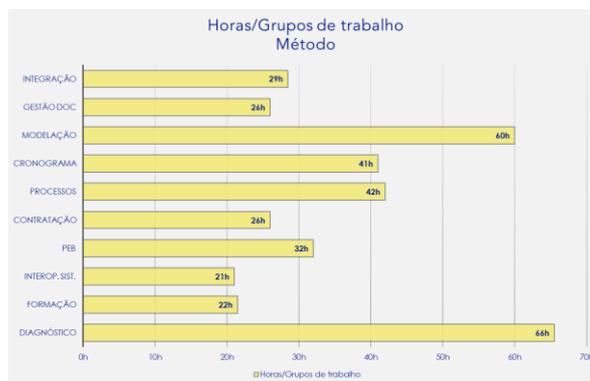


Figura 91 --MABIM_ Método - Resultado Grupos de Trabalho/ horas trabalhadas



Figura 92 MABIM_ Método - Resultado Grupos de Trabalho/ custos

Uma outra perspectiva importante para a avaliação dos resultados refere-se ao *ciclo de vida* total do projeto dentro da empresa (Figura 93). Fica evidente o dispêndio de recursos na coordenação de projetos no decorrer da fase de *preparação do projeto* e na necessidade do coordenador ter de planejar o projeto na maioria dos *grupos de trabalho* BIM. O mesmo acontece na fase de início de coordenação de projetos, pois em ambas existe um número significativo de novas conexões entre atores e a necessidade de incorporação de informação no modelo digital.

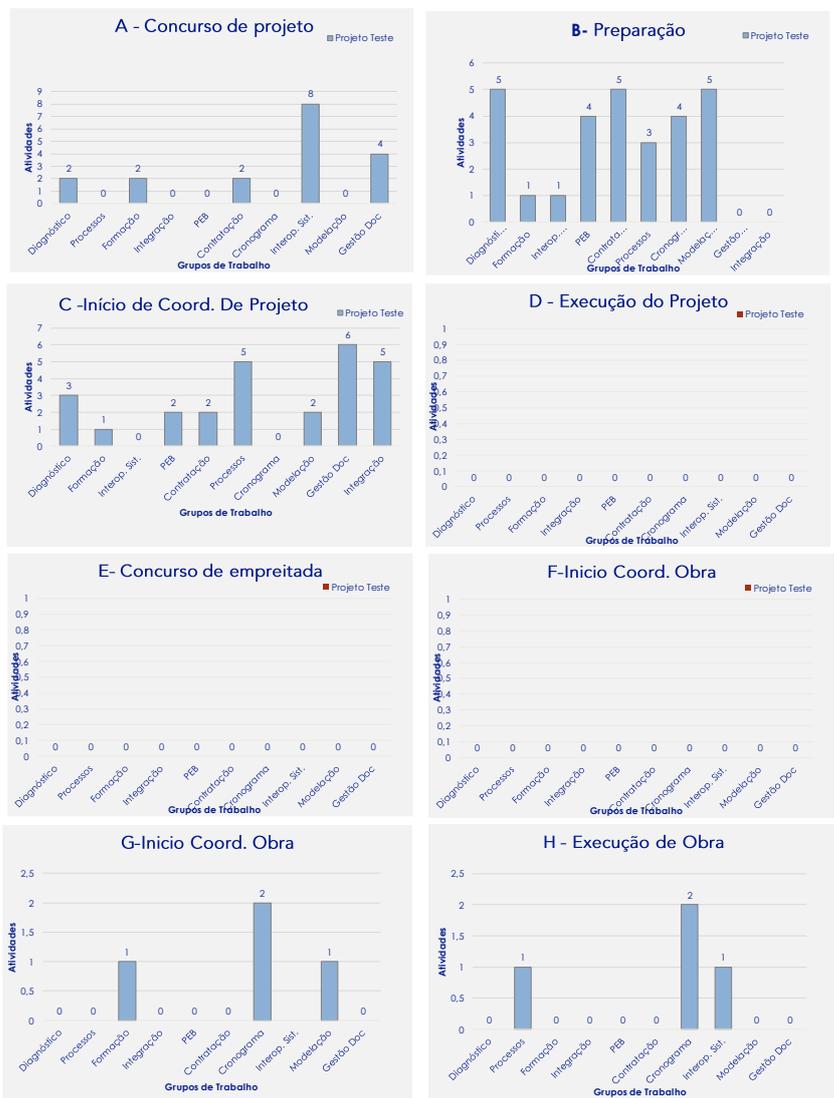


Figura 93-MABIM_Matec - Resultado Grupos de Trabalho/ ciclo de vida



Figura 94 MABIM_Método - Resultado Grupos de Trabalho/ ciclo de vida

Partindo da experiência na utilização da MABIM as coordenadoras de projeto revelaram, em entrevista, as suas impressões sobre a utilização da ferramenta. Nesse contexto, foram questionadas sobre a relação do mapeamento das atividades que necessitam de ser compartilhadas e sobre a visualização das mesmas por meio gráfico como o proporcionado pela MABIM e o incremento da eficiência no planejamento dos projetos. Nesse sentido, as opiniões foram positivas, tendo realçado que a MABIM possibilitou ainda a sugestão de algumas boas práticas para a empresas, como por exemplo, a disponibilização do banco de dados das tarefas em local único para que o *BIM Manager* as possa selecionar e categorizar conforme as necessidades. Segundo as entrevistadas, este método permitiria liberdade na organização dependendo da ordem logica criada pelo *BIM Manager*. Ainda

sobre este tópico, referiram que seria uma mais valia diferenciadora se as atividades do MABIM estivessem em formato compatível com uma integração com outros sistemas da empresa, softwares de gestão e de colaboração.

Sobre o tópico de *eficiência na distribuição dos esforços de trabalho*, o direcionamento das opiniões tendeu para a facilitação da distribuição de equipas de trabalho. Um dos exemplos referidos foi relativo à consideração de duas tarefas iguais, porém, com pesos diferentes, o que mostra a necessidade de planear a mão de obra dependendo da dificuldade ou importância da atividade. Dando seguimento ao assunto da relação da maturidade BIM com a redução de esforços de planeamento, os comentários recaíram sobre a importância do desenvolvimento de processos e procedimentos que organizem o assunto integrado na gestão BIM da empresa, ou seja, na formalização do método MABIM (ou outro), para que este sirva de suporte às funções de um *BIM Manager*, em paralelo com a evolução da MABIM para uma ferramenta que inclua o controle de tempo, como linha de base para a verificação do avanço do projeto.

BIM Manager

O tema *BIM Manager*, tópico central desta investigação, foi abordado nas entrevistas pelos ângulos técnico, teórico e de prática de coordenação de projetos. Para as entrevistadas, um profissional *BIM Manager* se encaixaria na organização da empresa enquanto conexão entre as áreas, garantindo o fluxo de informações com o foco nos objetivos traçados. Em outras palavras, assumindo uma função de gestão e não operacional. Na *Matec* não existe a figura de um *BIM Manager*, as funções estão diluídas por várias áreas, que se responsabilizam pelas entregas nos formatos acordados, mas ainda não há uma integração formal relacionada com BIM entre estas.

Quando questionadas sobre as eventuais vantagens da posição de *BIM Manager* na empresas poder ser exercida por alguém com formação de arquiteto, o debate foi direcionado para o reconhecimento da eventual vantagem da formação multidisciplinar do arquiteto, poder ser uma característica benéfica para o exercício das funções de *BIM Manager*. A valorização do conhecimento em processos de projeto e soluções construtivas foi também foi colocada em pauta pelas entrevistadas.

Sobre uma possível alteração do âmbito do trabalho do tradicional *coordenador de projetos* para o contexto da coordenação em BIM, o foco colocado destacou a necessidade adicional em garantir a gestão da tecnologia implícita nas tarefas BIM. Segundo as

entrevistadas, no formato tradicional de coordenação isso acontece em uma escala muito menor, o que implica que em BIM o trabalho e o âmbito da intervenção do coordenador aumentar de maneira significativa. Outro ponto destacado foi a necessidade de certificação prévia dos requisitos de obra, ação que no *modelo tradicional* poderia estar ou não sob responsabilidade do coordenador, mas no caso da coordenação BIM, recai na responsabilidade do *BIM Manager*.

Quando questionadas sobre o acréscimo de *trabalho* no âmbito da atividade que desempenham, o posicionamento revela a opinião de que o *trabalho* não aumentou mas ficou mais visível e, conseqüentemente, as responsabilidades ficam mais claras para todos os envolvidos. Destacam ainda que a possibilidade de visualização do planejamento das atividades do *BIM Manager*, dentro de um projeto, permite ultrapassar uma das maiores barreiras da implementação BIM e que se relaciona com a possibilidade de usar a tecnologia, sem ter de alterar drasticamente os processos de trabalho tradicionais.

Sobre o tópico do profissional arquiteto poder ser valorizado para o exercício da função de *BIM Manager* e das competências necessárias deste em comparação com um profissional da área da engenharia, foram expressas algumas considerações relevantes. Dentre elas, destaca-se a que reconhece a multidisciplinaridade técnica de um profissional da área da engenharia, mas também se reconhece que a função de *BIM Manager*, exige uma forte aptidão para a multidisciplinaridade e envolvimento de áreas sociais e humanas, tópicos reconhecido nas formações em arquitetura.

Foi ainda referido que a tendência errônea de se forçar uma classificação em “caixas” de tipos de profissionais, como é usual para se diferenciar arquitetos de engenheiros, fica esbatida quando se aborda a discussão do *BIM Manager*, sendo que seria vantajoso para as empresas considerarem as competências do profissional para que este atenda as necessidades da função, exigindo profissionais compatíveis com um cargo essencialmente de gestão.

Especialista *Estúdio Mais Um*

O *Estúdio Mais Um* é um gabinete especializado em projetos de arquitetura e um dos seus produtos mais significativos é o desenvolvimento de *projetos de execução* em parceria com outros gabinetes. Essa é uma prática muito comum no Brasil, onde há um gabinete responsável técnico pelo projeto e este terceiriza a produção da documentação para obra. Para o *estudo de caso*, o projeto planejado fez parte também dessa organização, ou seja, foi um projeto que fez parte de um pacote de serviços gerido por um gabinete principal e a sua

execução foi gerida pelo *Estúdio Mais Um*. Essa é uma característica significativa para a avaliação dos resultados da utilização da MABIM para o planejamento do projeto, pois evidencia as atividades de coordenação de projeto contratadas e aquelas que são executadas na realidade.

É uma característica deste gabinete a execução dos projetos tanto sob uma plataforma CAD *tradicional* (ferramenta Autocad) quanto sob uma plataforma BIM (ferramenta Revit), porém, verifica-se que a implementação da metodologia BIM não é uma realidade em todas as áreas da empresa: *políticas, processos, pessoas e tecnologia*. O gabinete é considerado iniciante na utilização do BIM, mas executa alguns contratos com suporte da metodologia BIM e com recurso a ferramentas de modelação digital por interesse de desenvolvimento e melhorias internas do gabinete. Por outras palavras, reconhecem que ainda não é uma realidade os contratos envolverem a exigência de entregáveis em formatos diferentes dos tradicionais.

A aplicação

A partir dos resultados das análises proporcionados pela MABIM, torna-se visível uma predominância da área de Tecnologia (Figura 95) (interoperabilidade, modelação e gestão da documentação) em detrimento das áreas de Política (3%), Pessoas (11%) e Processos (0%). Esses resultados concordam com o posicionamento sobre maturidade BIM da empresa, que não faz grandes investimento na implementação completa do BIM, limitando-se a executar modelações 3D.

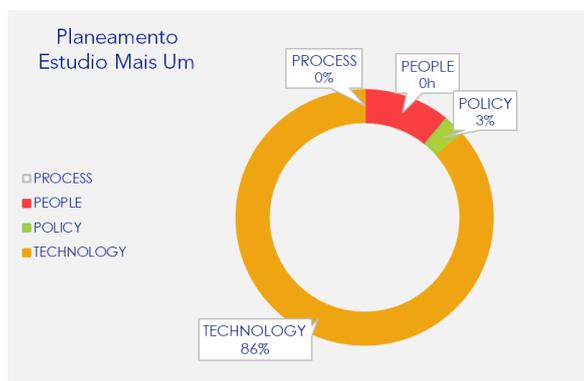


Figura 95-MABIM_ Estúdio Mais Um-Resultado Geral

Uma sugestão dada pelo gabinete foi a identificação das atividades inerentes ao trabalho comum dos projetos e as atividades que, ao utilizar a MABIM, o arquiteto viu a necessidade de considerar no âmbito do contrato em questão. Um exemplo dessas atividades é na fase de *Preparação*, quando se acrescentou a atividade: “*reunião de organização de projeto com coordenação*”, paralela à atividade “*definir lista de documentos (pranchas e modelos)*”. Esse fato retoma a ideia das atividades interorganizacionais inerentes à metodologia BIM e à coordenação de projetos (Papadonikolaki et al., 2017). foram também levantadas outras questões técnicas, como as relativas à atividade “*Definição do ponto de inserção do modelo*”, detalhe de uma boa prática quando se trata de projetos colaborativos, ponto que não é limitante na coordenação de projetos tradicional, mas que com o BIM, a não consideração desse detalhe, causa problemas de incompatibilidades importantes entre os modelos digitais.



Figura 96- MABIM_ *Estúdio Mais Um* - Resultado Fases de Coordenação de Projetos x atividades

Observando os gráficos das análises do *estudo de caso*, o âmbito do contrato do gabinete fica evidenciado quando analisado pela ótica das Fases de *Coordenação de Projeto* (Figura 96). As fases consideradas pelo arquiteto são as fases de uma coordenação de projeto tradicional, não acrescentando fases como: *início de coordenação de obra*, momento em que se acrescentam atores, requisitos e considerações novas no projeto. Isso decorre da não contratação do gabinete como responsável principal pela coordenação, isto é, o *Estúdio Mais Um* não é contratualmente o responsável pelas atividades próprias de um *BIM Manager*, figura inexistente no contrato em questão, porém, com algumas das suas *atividades* a serem de fato executadas pelos arquitetos do *Estúdio Mais Um*.

A pormenorização da análise sob a ótica das fases é feita pelos gráficos que relacionam respetivamente as horas trabalhadas e os custos desses serviços para o gabinete (Figura 96 e

Figura 97).

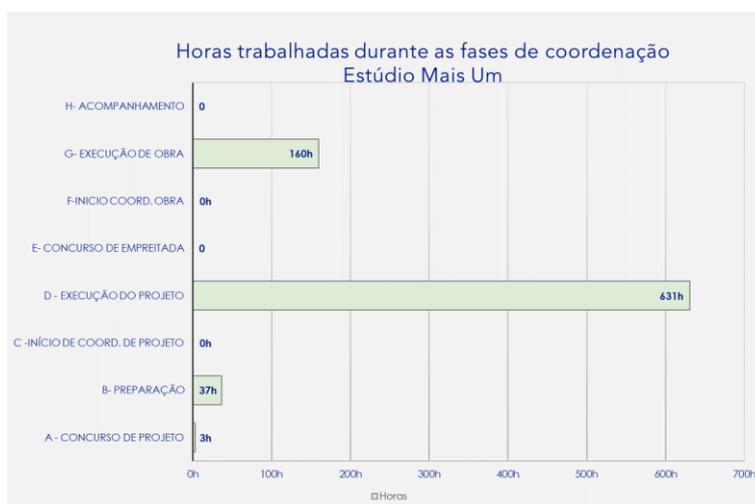


Figura 97- MABIM_ *Estúdio Mais Um* - Resultado Fases de Coordenação de Projetos/horas trabalhadas



Figura 98-MABIM_ *Estúdio Mais Um* - Resultado Fases de Coordenação de Projetos/custos

As análises que representam a relação das atividades BIM e os grupos de trabalho apresentam uma distribuição interessante, revelando a necessidade de consideração de um número significativo de grupos de trabalho (9 de 10), mesmo num projeto com o âmbito de atuação restrito como é o caso do teste à MABIM realizado no Estúdio Mais Um (Figura 99, Figura 100, Figura 101).

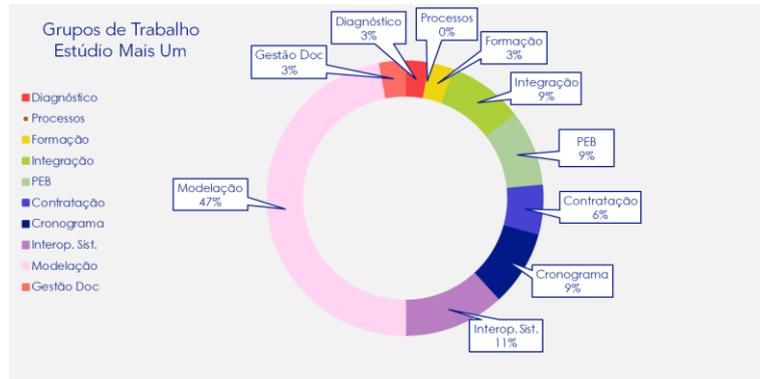


Figura 99-MABIM_ *Estúdio Mais Um* - Resultado das atividades nos Grupos de Trabalho

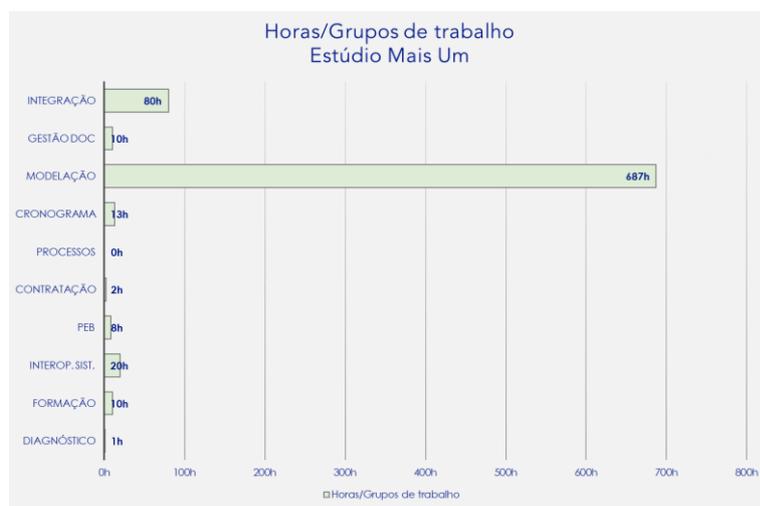


Figura 100-MABIM_ *Estúdio Mais Um* - Resultado Grupos de Trabalho/ horas trabalhadas

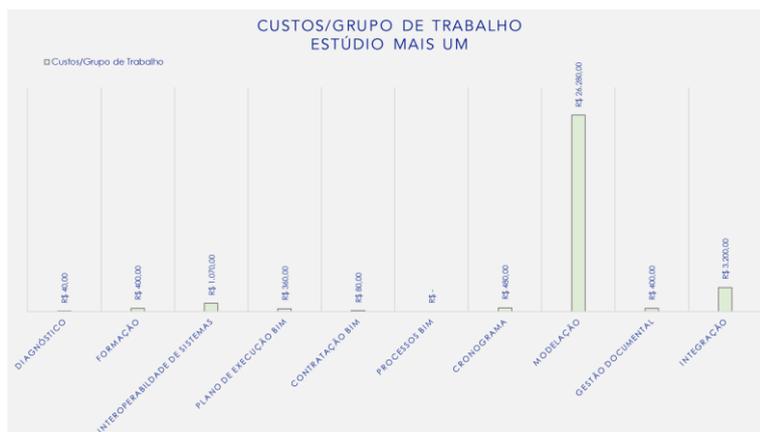


Figura 101-MABIM_ *Estúdio Mais Um* - Resultado Grupos de Trabalho/ custos

As análises das fases do ciclo de vida do projeto (Figura 102) demonstram as necessidades do arquiteto em detalhar grupos de trabalhos específicos durante o ciclo de vida do projeto, que neste caso está diretamente relacionado com o contrato do produto do projeto

desenvolvido. Fica evidente o dispêndio de energia de produção nas fases relacionadas à execução do modelo, evidenciando que a metodologia BIM exige atenção em áreas diferentes da organização e do projeto para o seu funcionamento. Em todas as fases descritas, é evidente também a importância dada às atividades de modelação e esta tem início já na fase de preparação do projeto.

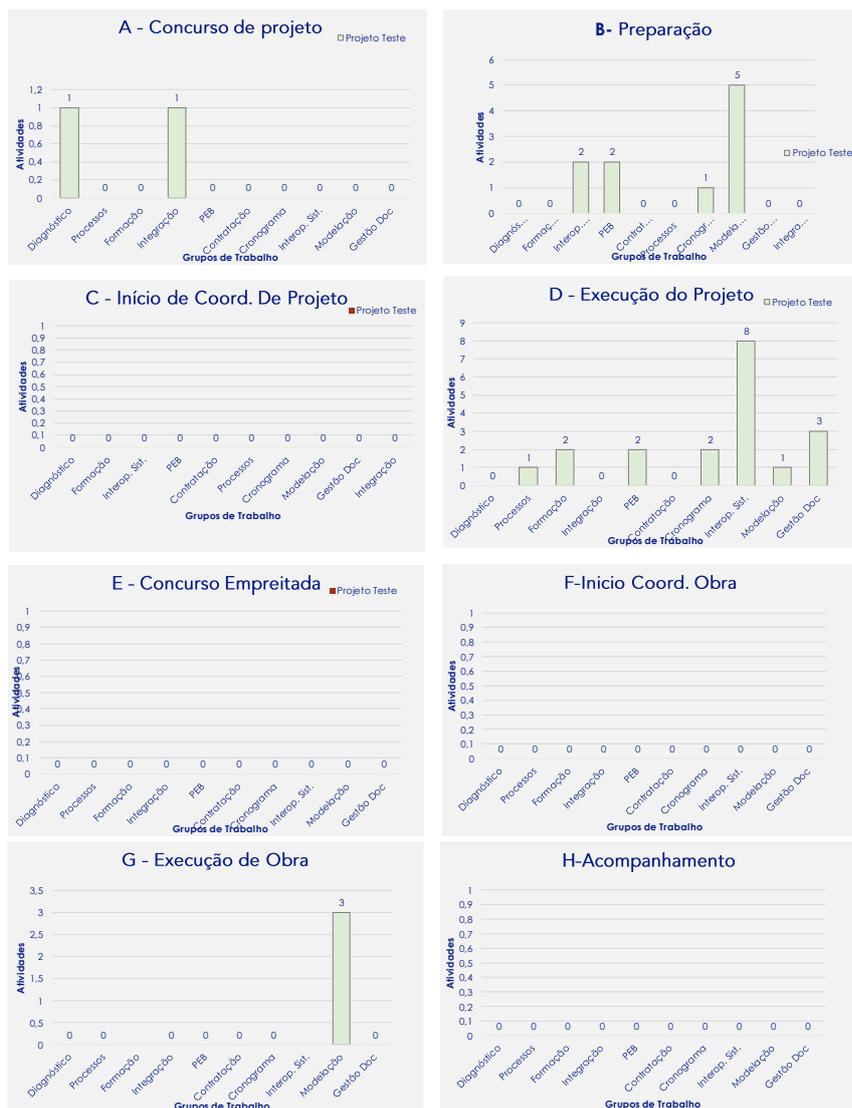


Figura 102-MABIM_ Estúdio Mais Um- Resultado Grupos de Trabalho/ ciclo de vida

A validação do processo, realizada por meio da entrevista com os responsáveis do gabinete priorizou, como já referido, os assuntos relacionados: *projeto*, *MABIM* e sobre a *atuação do BIM Manager*.

A avaliação percorreu questões relacionadas com funcionamento da ferramenta MABIM, tentando ir além das primeiras sugestões consideradas na primeira fase de

apresentação. Na sequência da utilização da MABIM, foram expostos comentários sobre a possibilidade de expansão da ferramenta. Como exemplo, a proposta feita pelo arquiteto, quando questionado sobre a relação da redução da ineficiência na coordenação de projetos a partir da visualização das tarefas compartilhadas, quando expôs a possibilidade de melhoria da eficiência da utilização da MABIM se esta fosse utilizada por todos os envolvidos no projeto, isto é, se todas as atividades das outras disciplinas também estivessem consideradas na ferramenta. O arquiteto referiu que isso serviria de base para o futuro cronograma e para a coordenação eliminar a sobreposição de deveres durante o projeto. A sobreposição de tarefas é um ponto significativo na coordenação BIM pois atualmente há diferentes níveis de maturidade entre os gabinetes, gerando dúvidas sobre as responsabilidades no projeto. Na inexistência de um *BIM Manager*, como é o caso, isso fica evidente e foi expresso pelo gabinete em causa.

Quando questionados sobre a eficiência da visualização geral das atividades em quadro gráfico, o posicionamento foi positivo na utilização da MABIM, expondo que a partir deste trabalho de planeamento ficou evidente a distribuição de esforços durante o projeto. A discussão sobre maturidade BIM e a relação com o esforço, isto é, o dispêndio de recursos em alguns grupos de trabalho ser maior que em outros se deve pelo fato do gabinete ser ainda, em algumas áreas, iniciante no BIM e necessitar em cada projeto, de se estruturar, preparar o modelo, gastando mais tempo em questões técnicas específicas. Um exemplo dessa constatação é a pormenorização de famílias de objetos, em que para cada projeto há a necessidade de se definir o LOD (*Level of Detail*), ou seja níveis de detalhamento do objeto. O responsável do gabinete referiu ainda, sobre as características dos contratos da empresa, que o gabinete trabalha isolado no BIM, não tendo a participação dos outros atores, a montante e a jusante, ficando com toda a responsabilidade de gestão e assumindo todos os riscos do projeto na coordenação BIM: “*O risco é uma realidade ele fica para quem se propõe a fazer a modelação*”. Ou seja, numa situação de isolamento como esta, o gabinete que se dispõe seja por qual motivo, neste caso por interesse próprio, produzir o modelo digital BIM, beneficia os outros intervenientes, mas assume todos os riscos da operação. Os benefícios, segundo o arquiteto responsável, incluem por exemplo, a extração de quantitativos, mesmo que simples, são repassados para os outros atores, além das compatibilizações entre especialidades, garantindo uma melhoria numa fase importante do processo de produção de informações do projeto e que acabam sendo utilizadas por todos

os intervenientes. Segundo o arquiteto, a visualização através da MABIM facilita o entendimento global do projeto e conseqüentemente, uma melhor avaliação dos riscos.

BIM Manager

A avaliação por meio da entrevista visou recolher opiniões de dimensões técnicas, teóricas e de coordenação de projetos. Nesse sentido, o gabinete foi questionado especificamente sobre o cenário de participação de um *BIM Manager*, sobre vantagens e desvantagens dessa função ser desempenhada por um profissional arquiteto, sobre diferenças percebidas entre coordenação de projetos tradicional e a coordenação em BIM.

Para o responsável do gabinete e nos projetos em que a empresa tem experiência em BIM, a responsabilidade de um *BIM Manager* surge relacionada com a hierarquia definida em contrato para um projeto. Ou seja, no caso deste gabinete e deste projeto específico (o que serviu de base ao teste MABIM), quando numa situação intermediária, o coordenador fica dependente de outras decisões superiores, mas segue sendo o responsável pelo modelo. Isso cria um atrito e divide responsabilidades, e nessa situação, o responsável pelo modelo digital é inevitavelmente obrigado a realizar as tarefas de um *BIM Manager*, mesmo não tendo sido contratado para isso, ou mesmo remunerado por tais atividades.

Para o responsável, a utilização da MABIM possibilitaria o acompanhamento, no dia a dia, do coordenador e das informações, permitindo ainda o controle de qualidade do modelo. Quando questionado sobre diferenças entre coordenação de projetos tradicional e coordenação BIM, o arquiteto referiu que reconhece diferenças em diversas situações, tais como no tempo do projeto, nas condições de apresentação, no material produzido e entregue. Atesta que o nível de pormenorização produzido com o BIM na documentação para execução de obra é mais elevado e isso interfere na coordenação do projeto e na gestão de expectativas do cliente.

Quando questionado sobre a sua visão sobre a função de *BIM Manager* como sendo uma oportunidade profissional nova para os arquitetos, foram apresentados alguns pontos relevantes para o tema, como por exemplo o reconhecimento do profissional de arquitetura como integrador dos atores do projeto, sendo o responsável pela conexão entre as disciplinas, com uma tendência de garantia da qualidade das informações importantes e de interesse do projeto como um todo. Em comparação com um profissional engenheiro, expressou o reconhecimento de que esse profissional é formalmente treinado para gerir os processos do

projeto, mas não é formado para compreender os processos de criação que são inerentes aos formados em arquitetura.

Ainda sobre este tema, na entrevista foi colocada a oportunidade de discorrer sobre as possíveis fragilidades ou desvantagens de poder ser um arquiteto a assumir as funções de um *BIM Manager*, sendo que o posicionamento ressaltou de que não existirão desvantagens, contudo, é reconhecida a necessidade de evolução da capacitação desse profissional para as áreas de gestão. A discussão revelou outros pontos tais como o entendimento de que as competências de gestão de projeto são um *gargalo* para o exercício da função, mas que também o são na coordenação de projetos tradicional. Contudo, com o BIM, fica implícito que as atividades de gestão têm de ser executadas pois são intrínsecas à metodologia e por essa razão, fica mais evidente a importância do desenvolvimento de novas competências nesta área pelo profissional de arquitetura.

Na entrevista o responsável exemplifica o seu pensamento através de uma comparação entre cursos de engenharia e arquitetura e a complexidade que a confrontação nos traz: num curso na UNICAMP (Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo) os alunos de arquitetura são expostos a muitos semestres de disciplinas de projeto que envolvem assuntos tratados pelas engenharias e os alunos de engenharia, apenas se confrontam com um semestre de projeto de arquitetura e coordenação de projetos. Durante a entrevista, o arquiteto discorre ainda sobre a maior facilidade de resolução de problemas associados gestão de projetos tradicionais, já que o mercado possui uma memória de informações disponíveis e com o BIM essa situação não é possível de ser suprimida desta forma ainda, pois há uma significativa falta de informação no mercado.

Sobre o questionamento de entender o *BIM Manager* como uma oportunidade para os arquitetos, o entrevistado refere que esse campo de atuação é bem real e ressalva que os profissionais de arquitetura precisam de assumir a liderança no processo, juntamente com o poder de decisão dentro do projeto.

O responsável do gabinete faz essa ressalva referindo que, atualmente no Brasil, na hierarquia dos projetos o coordenador está abaixo de um gestor normalmente controlado pela construtora, ou pelo dono de obra. O que leva a que o coordenador fique condicionado à hierarquia do contrato. A figura do *BIM Manager* serviria então, como um elo de conexão na hierarquia das tomadas de decisões, ressaltando e garantindo voz do profissional arquiteto durante todo o ciclo de vida do projeto.

Nos assuntos gerais relativos à ferramenta MABIM e respectiva utilização, o questionamento sobre o eventual incremento de trabalho gerado por conta da metodologia BIM teve uma resposta afirmativa. O entrevistado reconhece o acréscimo de atividades que têm de ser executadas, a responsabilidade pela gestão das informações, e discorre sobre a quantidade e qualidade de mão de obra requerida. Sobre esse tema, aponta que, em sua experiência, a equipa permanece do mesmo tamanho, porém há uma mudança no perfil dos colaboradores envolvidos, extinguindo a função de desenhador e ressaltando o perfil de pensadores e de resolvedores de problemas.

O entrevistado referiu que a MABIM é uma ferramenta facilitadora da identificação das atividades e na mensuração da gestão de projetos. Apontou soluções de melhorias tais como a criação de uma aba de acompanhamento da execução das atividades, de forma a criar uma linha temporal de base. Para os pesos das atividades, a sugestão passaria pela criação de um *mapa de calor* para que se identifique o dispêndio de energia/recursos em determinadas atividades e fases do projeto. Deste modo seria possível analisar e avaliar, a partir da relação com o custo de cada uma delas, quais são as prioridades do *BIM Manager* em determinado momento do projeto.

Especialista- *Marta Campos, Pontto 4 e Modulor Arquitetura*

A participação dos gabinetes especialistas: *Marta Campos (MC), Pontto 4 e Modulor Arquitetura* foi registada numa sessão conjunta. Esta configuração é fundamentada na análise dos dados fornecidos pelos participantes, pelo perfil dos gabinetes e maturidade BIM respectiva. Os três gabinetes trabalham com a metodologia BIM em grande parte dos seus projetos, tanto internamente como com clientes que exigem as entregas e coordenação do projeto através do modelo digital BIM.

Iniciou-se a análise pela identificação dos resultados gerais da MABIM, onde os três gabinetes apresentam dados semelhantes, (Figura 103, Figura 104, Figura 105) onde a tecnologia impera no dispêndio de recursos, com destaque para o gabinete *Modulor arquitetura*, que declarou um número significativo de horas de trabalho no planeamento do projeto. Esse gabinete é responsável por contratos de projetos de grande escala e esse é um ponto a ser considerado na comparação com os outros participantes.

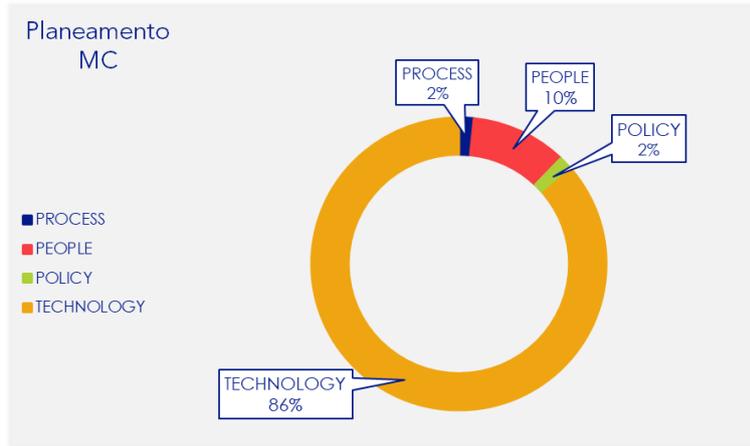


Figura 103-MABIM_ MC-Resultado Geral

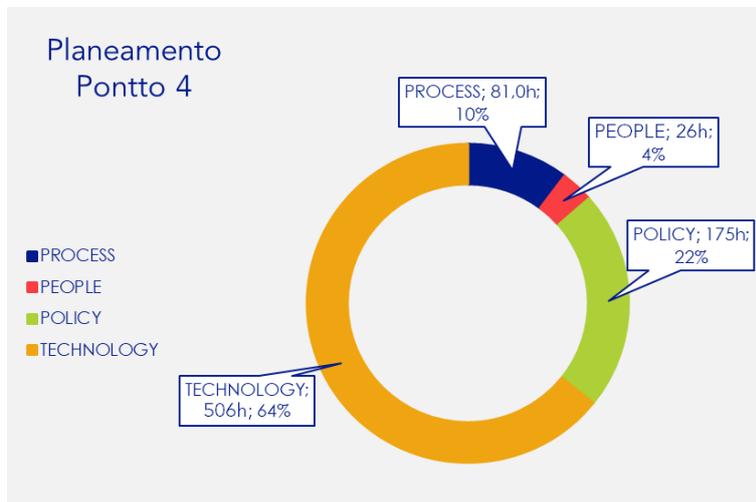


Figura 104-MABIM_ Ponto 4 - Resultado Geral

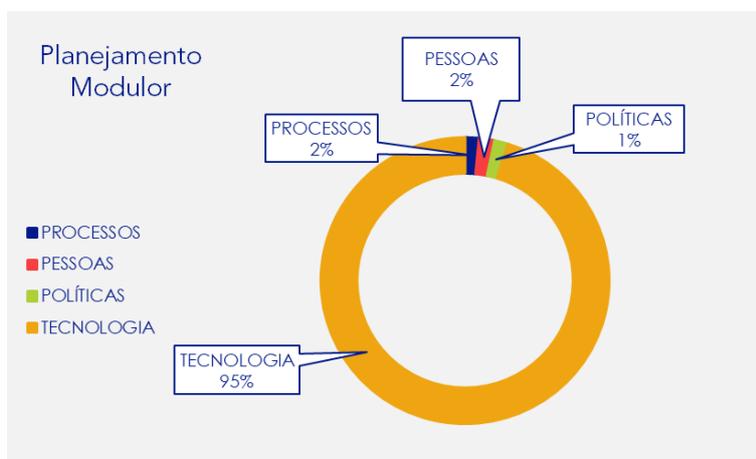


Figura 105-MABIM_ Modulor - Resultado Geral

Os resultados que relacionam a fase de coordenação de projetos e a quantidade de atividades BIM consideradas pelos arquitetos fornece uma direção para o entendimento do ciclo de vida do projeto dentro de cada gabinete (Figura 106, Figura 107,

Figura 108)

A partir desses resultados, observa-se o alinhamento da ferramenta com o envolvimento do profissional arquiteto durante as fases de projeto. Outra ponderação recai sobre o investimento de tempo e de verbas na fase de preparação do projeto, de importância significativa para o trabalho em BIM (

Figura 109, Figura 110, Figura 111, Figura 112, Figura 113, Figura 114).

A identificação do ciclo de vida do projeto direciona para entendimento da crescente influência das atividades BIM em todas as fases de um empreendimento, o que contribui para a participação e necessidade do BIM Manager, que nesses casos é desempenhado por arquitetos e em todas as fases do projeto. Essa ótica é apresentada pelos gabinetes Marta Campos e Pontto 4, que consideraram em seus planejamentos também as fases de execução de obra e de acompanhamento (Figura 106, Figura 107).

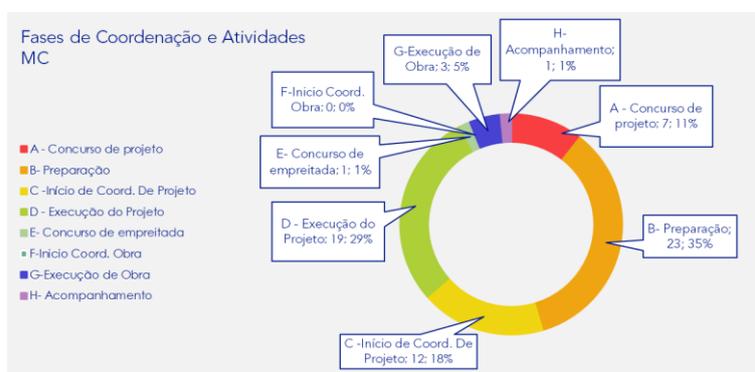


Figura 106-MABIM_ MC- Resultado Fases de Coordenação de Projetos x atividades



Figura 107-MABIM_ Pontto 4- Resultado Fases de Coordenação de Projetos x atividades

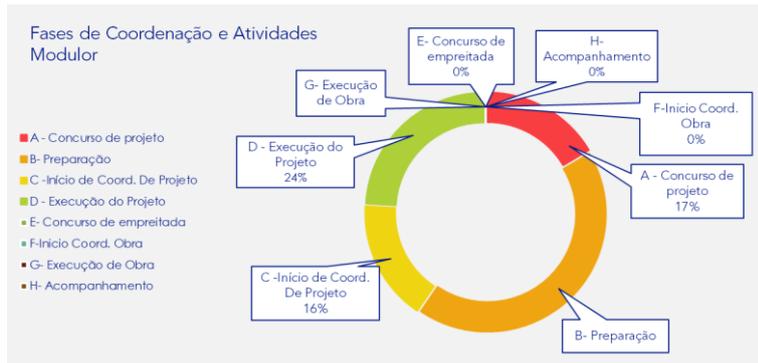


Figura 108-MABIM_ Modulo- Resultado Fases de Coordenação de Projetos x atividades

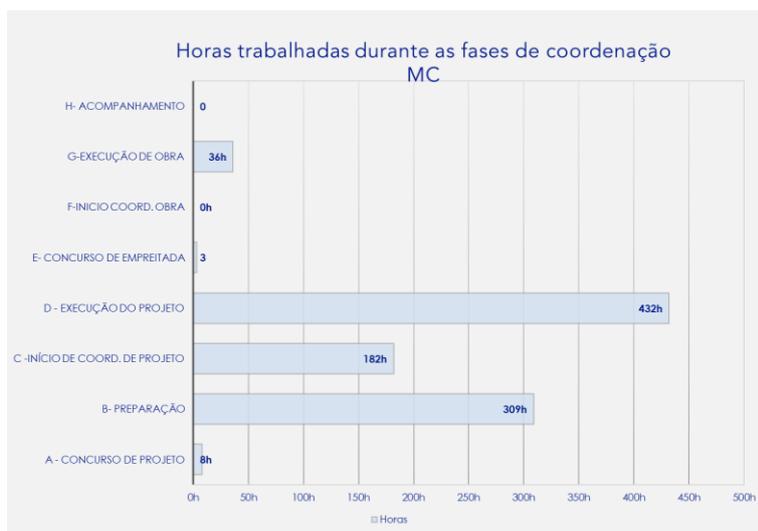


Figura 109-MABIM_ MC- Resultado Fases de Coordenação de Projetos x horas trabalhadas

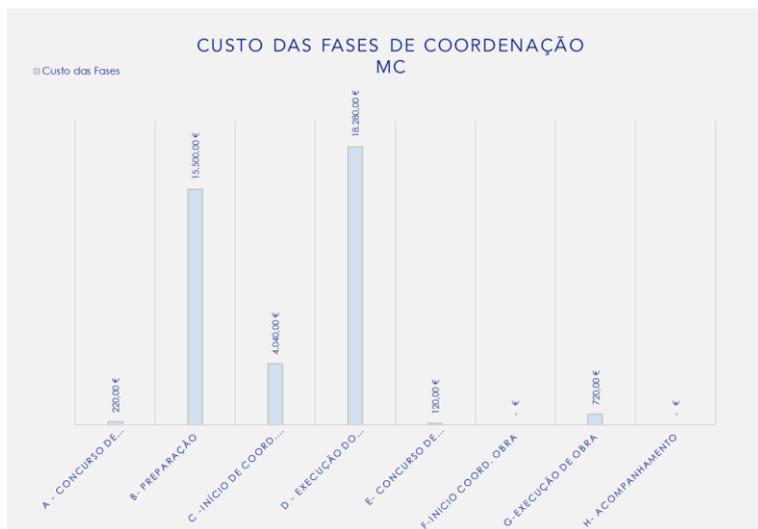


Figura 110-MABIM_ MC- Resultado Fases de Coordenação de Projetos x custos

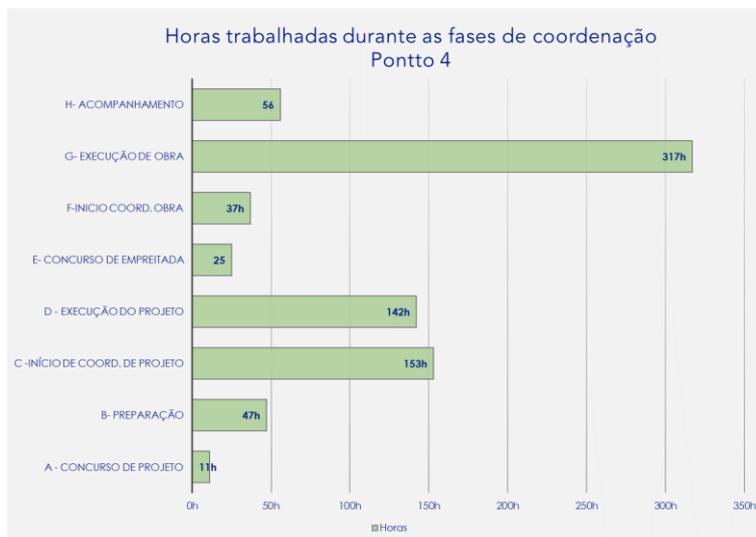


Figura 111-MABIM_ Pontto 4- Resultado Fases de Coordenação de Projetos x horas trabalhadas

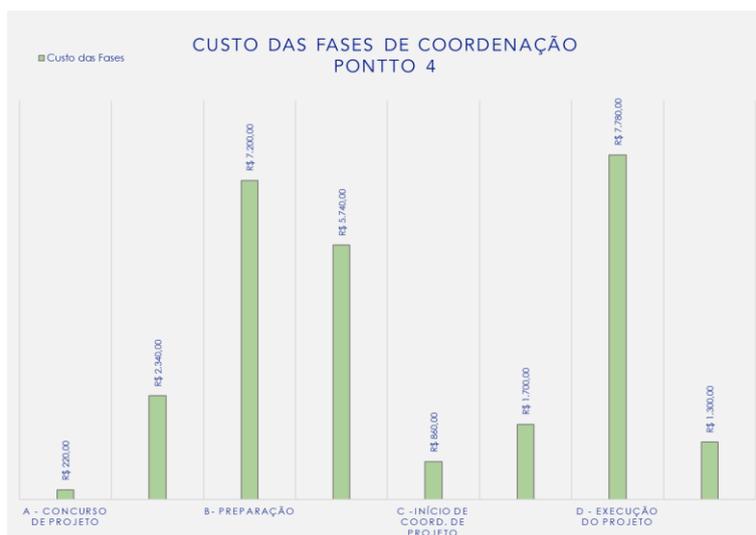


Figura 112 MABIM_ Pontto 4- Resultado Fases de Coordenação de Projetos x custos

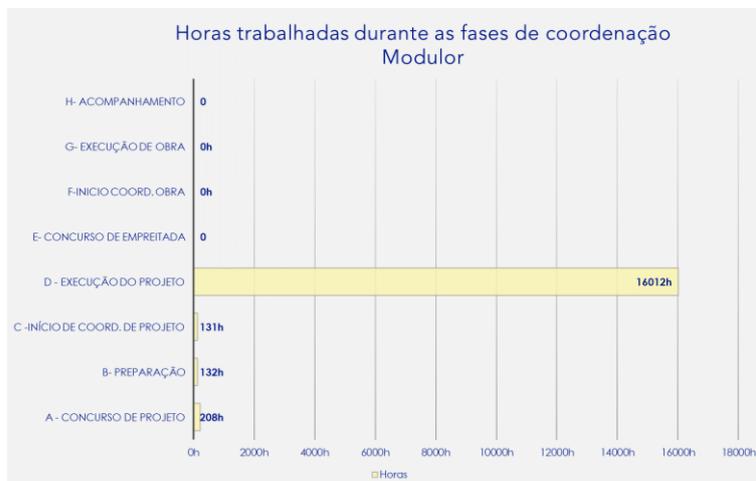


Figura 113--MABIM_Modulor- Resultado Fases de Coordenação de Projetos x horas trabalhadas

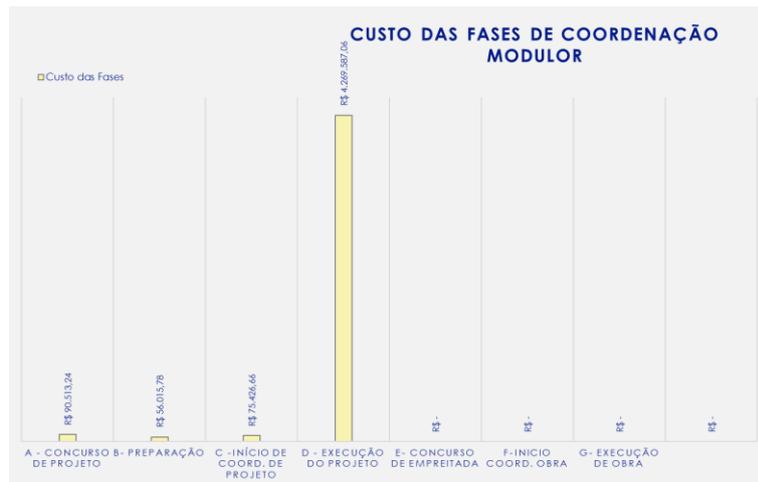


Figura 114-MABIM_ Modulator- Resultado Fases de Coordenação de Projetos x custos

Em relação aos *Grupos de Trabalho*, há uma similaridade entre as considerações feitas sobre o *Grupo Modelação* com um número significativo de horas planejadas. Uma observação pertinente decorre do fato de que além da importância dada em tempo para esse grupo de trabalho, ele também é o que incorpora um maior valor hora, sendo a variável com maior custo entre os 10 grupos de trabalho considerados. Sob essa ótica, destaca-se também a percepção do grupo *Diagnóstico*, com um número significativo de atividades BIM consideradas, porém, com um menor custo associado às horas dispendidas. Essas relações podem ser interpretadas como o reconhecimento da importância dessas atividades na coordenação de projetos BIM, onde os arquitetos *BIM Managers* julgam necessária a contabilização desses trabalhos, mas não há valorização destas atividades em relação ao preço cobrado por esse tempo trabalhado em comparação com as atividades de Modelação. A modelação é, em relação ao diagnóstico, mais custosa para o cliente do que o trabalho de planejar o projeto (Figura 115 a

Figura 123).

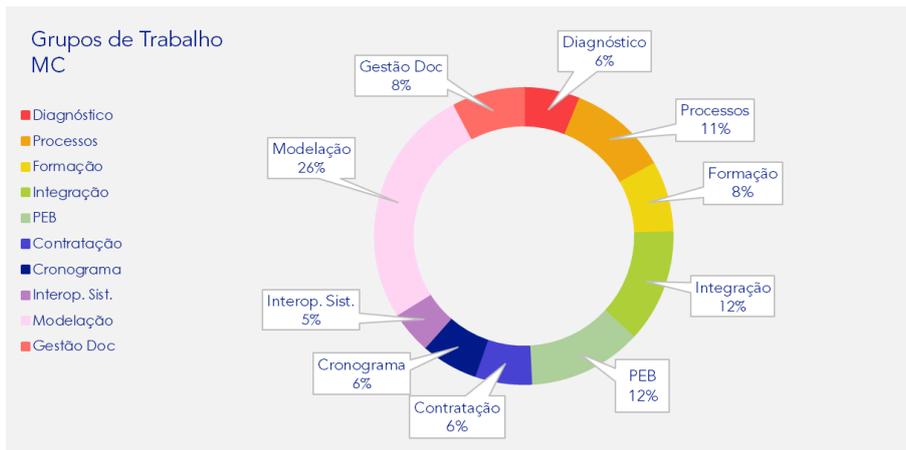


Figura 115-MABIM-MC- Resultado das atividades nos Grupos de Trabalho

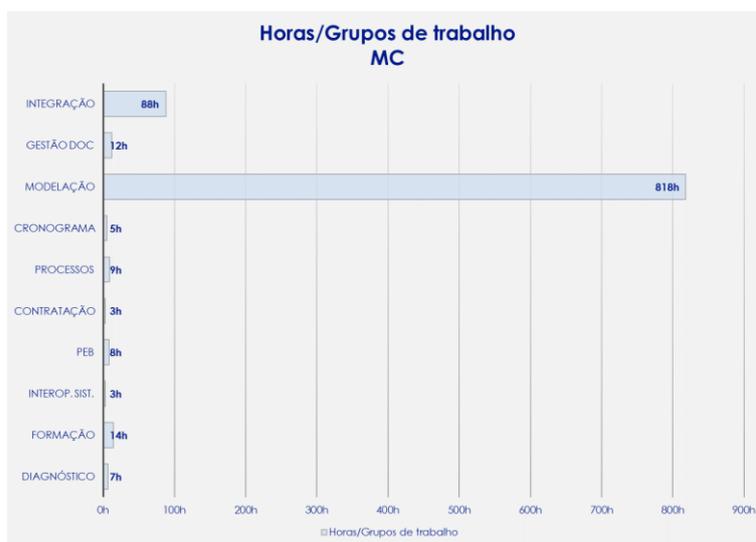


Figura 116- MABIM-MC-Resultado Grupos de Trabalho/ horas trabalhadas



Figura 117-MABIM-MC-Resultado Grupos de Trabalho/ Custos

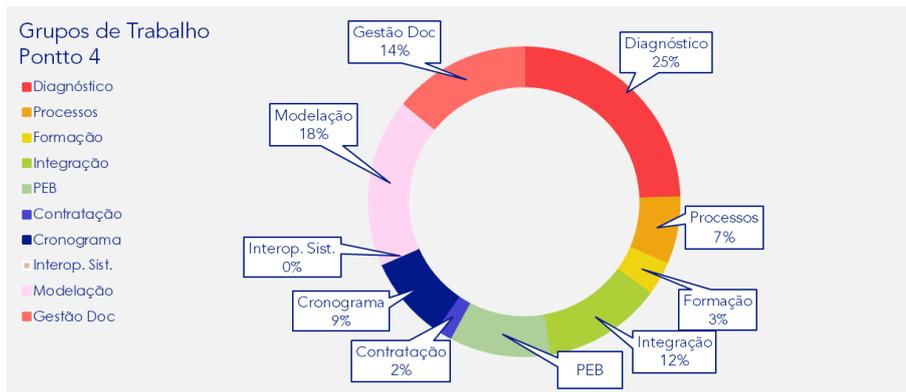


Figura 118-MABIM-Pontto 4- Resultado das atividades nos Grupos de Trabalho

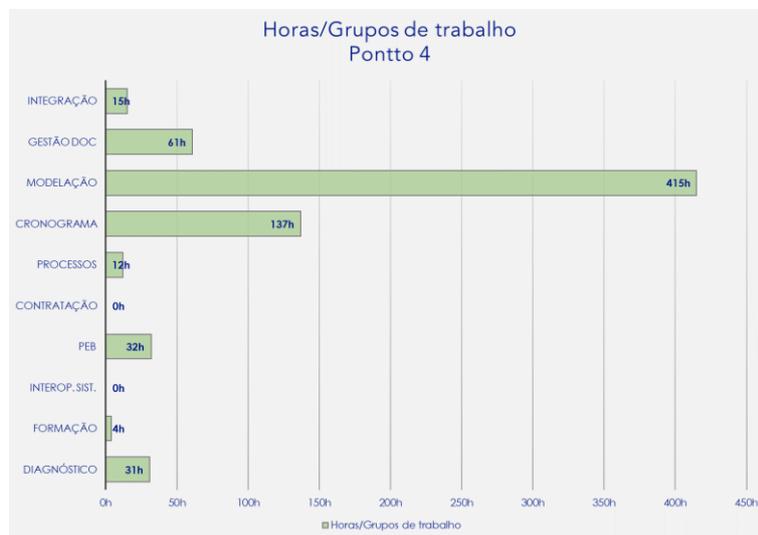


Figura 119-MABIM-Pontto 4-Resultado Grupos de Trabalho/ horas trabalhadas

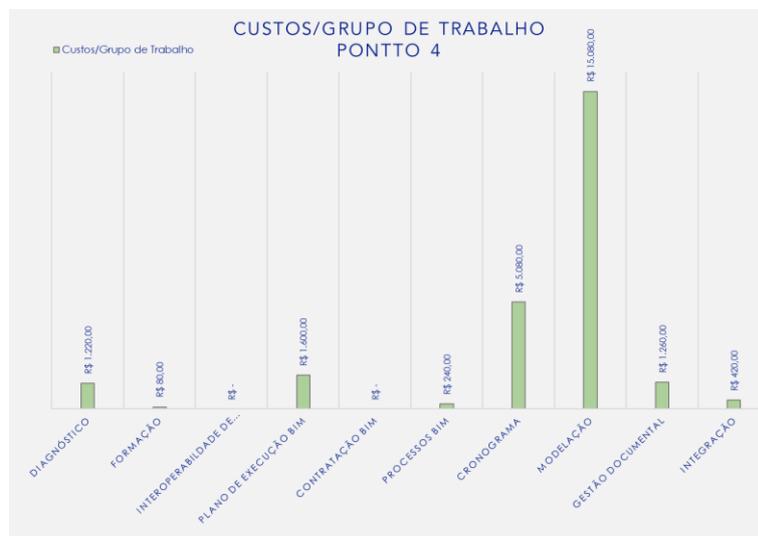


Figura 120-MABIM-Pontto 4 -Resultado Grupos de Trabalho/ custos

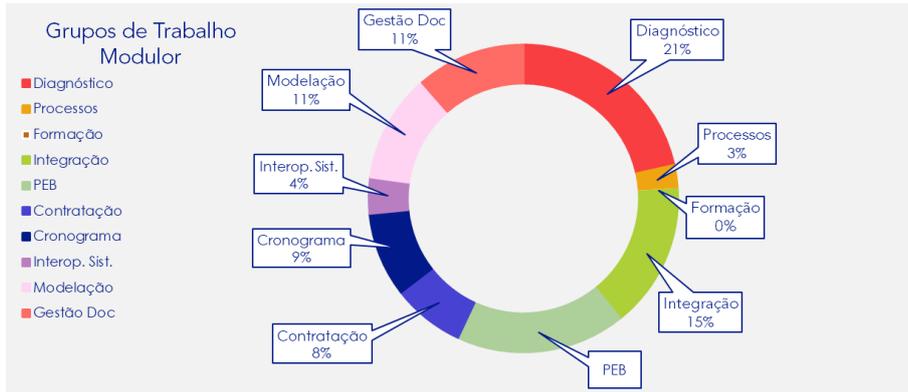


Figura 121-MABIM-Modular- Resultado das atividades nos Grupos de Trabalho



Figura 122-MABIM-Modular-Resultado Grupos de Trabalho/ horas trabalhadas



Figura 123-MABIM-Modular-Resultado Grupos de Trabalho/ custos

A relevância do método proposto pela divisão das atividades BIM em grupos de trabalho é demonstrada pela utilização da MABIM em todos os grupos propostos durante as etapas pertinentes a cada gabinete de projeto (Figura 124, Figura 125, Figura 126). As atribuições das atividades aos grupos de trabalho foram feitas pelos arquitetos, seguiram as etapas de ciclo de vida de coordenação de projetos sugeridas pela ferramenta e foram assinaladas conforme necessidade do planejamento em questão. O não preenchimento de algumas etapas retoma a discussão sobre a capacidade do gabinete em fornecer serviços de coordenação do modelo digital em todo o ciclo de vida do projeto e demonstra o âmbito extenso de oportunidades que a gestão do *BIM Manager* pode alcançar dentro de um empreendimento.



Figura 124-MABIM_MC- Resultado Grupos de Trabalho/ ciclo de vida

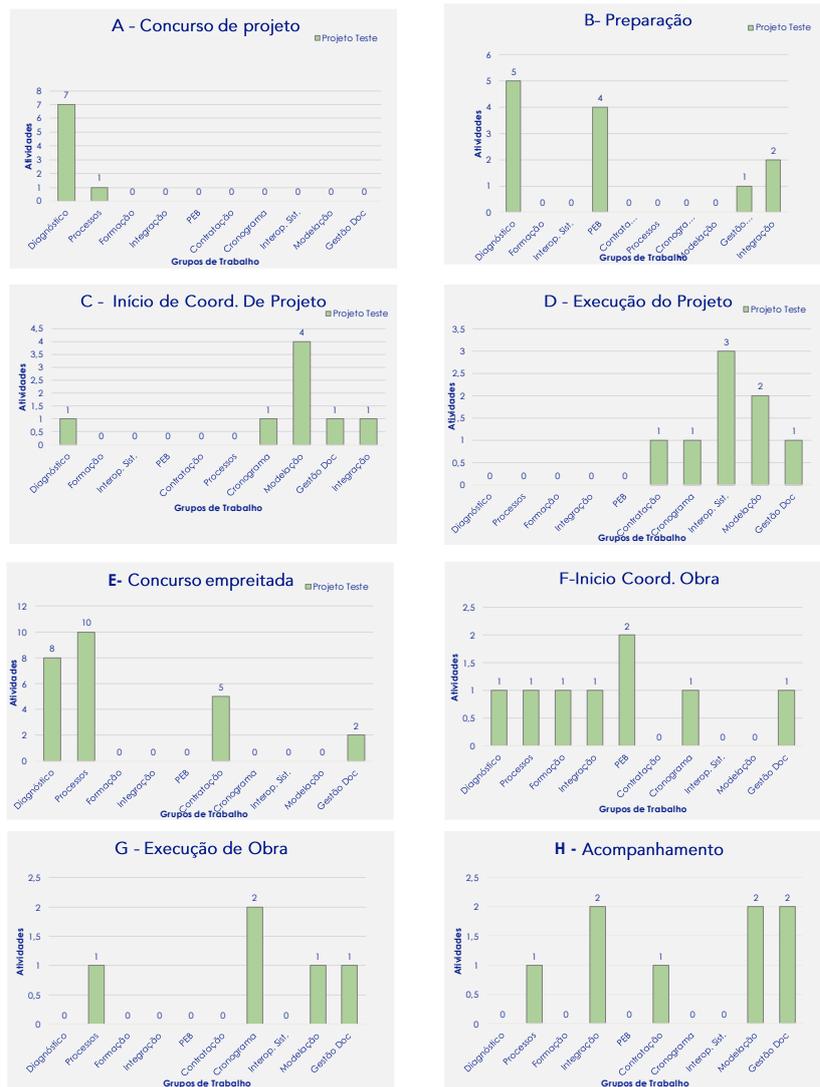


Figura 125-MABIM_Ponto 4- Resultado Grupos de Trabalho/ ciclo de vida



Figura 126-MABIM_Modular- Resultado Grupos de Trabalho/ ciclo de vida

8.5.

Notas finais do Capítulo 8

A aplicação prática da ferramenta Matriz de Atividades BIM (MABIM) constituiu uma etapa importante desta investigação, sendo que que permitiu integrar interesses e visões complementares para a compreensão da aplicabilidade da mesma no âmbito da prática profissional e da teoria de coordenação de projetos aplicada à metodologia BIM. Foi assim possível perceber a realidade sob os prismas de gabinetes de arquitetura e de construtoras em que arquitetos desempenham funções de *BIM Manager* e, por fim, e não menos importante, permitiu validar a ferramenta enquanto instrumento de trabalho para o planeamento e gestão de um projeto BIM.

Durante a fase testes de utilização foram efetuados diversos aperfeiçoamentos técnicos na ferramenta, assim como a recolha de sugestões para o aperfeiçoamento futuro e integração de novas funcionalidades. Essas informações foram registadas durante as reuniões e na avaliação escrita produzida. Outro ponto relevante prende-se com a validação do método proposto, a divisão por grupos de trabalho foi bem percebida e corretamente utilizada pelos gabinetes, que julgaram pertinentes as subdivisões sugeridas na matriz.

A partir deste trabalho de aplicação nos contextos selecionados foi possível identificar o posicionamento de maior interesse dos arquitetos durante o ciclo de vida de um projeto ou, da atual situação de envolvimento destes nos contratos do modelo digital. Algumas outras perceções fazem base para a argumentação dessa Investigação, como a significativa participação do arquiteto *BIM Manager* durante todo o ciclo de vida do projeto, a revelação de atividades informais necessárias para o bom funcionamento do fluxo de informação pretendido no projeto e as conexões invisíveis de uma coordenação, que com o BIM, são patenteadas e que necessariamente precisam ser contabilizadas nos processos.

Outro ponto relevante remete para a identificação de uma certa independência do tipo de projeto executado, a MABIM foi utilizada da mesma maneira, com resultados compatíveis entre os contextos testados. As alterações na utilização foram basicamente no âmbito da escala dos projetos, revelado pelo maior número de horas consideradas, ou na maturidade BIM da organização, o que se reflete na utilização de mais ou menos atividades para estruturar o planeamento BIM.

Esta etapa experimental do trabalho de investigação exigiu o tratamento dos dados recolhidos em cada contexto e, a partir de uma compatibilização das respostas, ou seja, das atividades preenchidas, foi possível visualizar o banco de dados total do trabalho. Esse banco de dados demonstra a profunda participação do arquiteto como *BIM Manager* durante o ciclo de vida do projeto e direciona a atenção à necessidade de adequação à essa nova estrutura de trabalho.

CAPÍTULO 9. Conclusões

BIM Manager, um novo âmbito de trabalho para o Arquiteto na Coordenação de projetos da construção civil.

A estruturação do documento de tese foi realizada sob a hipótese de que existe um novo contexto para a participação do profissional arquiteto em consequência da utilização da metodologia BIM no universo da construção civil, sendo que essa conjuntura se expressa, em grande medida, nas atividades relacionadas com a *coordenação de projeto*.

Para o desenvolvimento da investigação e validação da hipótese, o processo de investigação foi faseado com o objetivo de aprofundar a ideia e encontrar os fatores consistentes na produção teórica especializada e na praxis profissional que ratificassem a ideia global.

Nesse capítulo serão sistematizados os pontos principais que sustentaram a argumentação da tese, com o objetivo de retomar às questões iniciais que fomentaram as discussões durante todo o processo de investigação.

9.1. **A identificação do BIM Manager como ponto de partida para perceber o enquadramento do arquiteto.**

A instituição de novos modelos de trabalho entre as equipas, no âmbito da Indústria da Construção, em consequência da utilização da metodologia BIM é hoje uma realidade (Hardin, Brave; McColl, 2014) e entender essas relações fez parte do processo de construção desta investigação. O elo de ligação destes novos modelos de trabalho é uma entidade, extensamente apontada pela literatura especializada, que se designa como *BIM Manager*. Investigar as nuances que enquadram esta entidade, esta nova profissão, foi fundamental para a compreender as alterações ocorridas nos papeis desempenhados pelos profissionais da Indústria da construção contemporânea, para se conseguir delinear uma profissão estruturada sobre o contexto atual da Indústria AEC.

A partir do desenvolvimento da ferramenta *Matriz de Atividades BIM (MABIM)*, foi possível identificar quais são as atividades exercidas por um *BIM Manager* e analisar o panorama efetivo sobre o qual se debruça a literatura especializada quando esta aborda o tema relativo às aptidões e competências próprias dessa nova entidade, o *BIM Manager*. É igualmente relevante também a opinião expressa por especialistas sobre esta matéria:

“Para mim um BIM Manager seria um pouco como um controle de qualidade sobre o modelo, já que hoje não há esse controle... em vez de uma pessoa que desenha mais, eu preciso de uma que pense a mais e que ajude a resolver questões” (Gabinete de arquitetura²⁹)

“Ele seria o guardião: qual o jeito certo de ser feito, quais as ferramentas que usamos, quais são os softwares, como pode mudar e fazer uma mudança controlada.” (Empresa de construção)

Nesse sentido, comprova-se o surgimento de um novo ator, que é recorrentemente identificado por vários especialistas, assumindo múltiplas formas de designações, como por exemplo, pelo desdobramento em outros protagonistas: *BIM Champion*, *BIM administrator*, *BIM specialist* (Eastman, 2011), ou até mesmo de acordo com as funções que desempenham: *Digital contractor*, *information manager*, ou na subdivisão de acordo com as responsabilidades que assumem: *BIM Modeller*, *BIM analyst* (Maria Bernardete Barison & Santos, 2010). As definições das aptidões necessárias para se desempenhar determinadas (novas) funções são do mesmo modo evidenciadas pelos especialistas (Succar et al., 2013) e apontam-nos pontos de convergência sobre a necessidade de se desenvolverem competências específicas para responder às exigências da indústria AEC para o desempenho desse papel.

Este é um ponto crucial da discussão sobre a aptidão do profissional para o exercício dessa função, já que as competências esperadas interagem com as disciplinas de gestão de projetos, com experiência profissional prática e esse é um dos pontos de convergência entre as opiniões dos especialistas consultados:

“Enxergo o BIM manager como uma outra caixinha a parte, que vai ter habilidades que vão permear outras formações. Arquiteto tem um background maior de desenho de processos de projeto, entretanto ele tem de saber técnicas construtivas, sequenciamento de atividades, ferramentas dos softwares para modelagem mais fácil, ou não necessariamente, mas sim alinhado com a estratégia que a empresa quer.” (Empresa de construção)

Essa apreciação converge com a literatura especializada, exprimindo a dimensão da adaptabilidade do profissional BIM, sendo esse preparado para exercer diversas funções e a função *BIM Manager* se apresenta como aquela que engloba o domínio de *todas* as

²⁹ Comentário extraído da entrevista com especialistas exposto no CAPÍTULO 8 deste documento.

competências e que se manifesta de acordo com a hierarquia relacionada à importância de responsabilidades de trabalho do projeto no contexto de uma organização.

“Eu não enxergo um recém-formado sendo BIM manager, a pessoa precisa de muitas outras experiências antes de assumir esse papel” (Empresa de construção).

“Existem muitos e muitos itens não só de um título, mas de experiência. Não adianta nada ter uma arquiteta que só tem experiência em interiores e não tem experiência de planeamento. Esse momento flerta com a medicina, que existem os clínicos gerais e existe o especialista...” (Gabinete de arquitetura).

Este profissional é reconhecido igualmente pelos documentos produzidos pela Indústria AEC, (Davies et al., 2017) responsável por ditar os caminhos e necessidades específicas do setor. Os requisitos da indústria pautam o ritmo da atividade e a resposta a estes requer o amparo da Academia. Essa questão é evidenciada por estudos sobre o setor que apontam a falta de profissionais qualificados para exercer as funções relacionadas com o BIM como sendo um entrave para a implementação da metodologia (NBS, 2019). A Indústria AEC vem sendo ainda um vetor incentivador da evolução da profissão/atividade de *BIM Manager*, valorizando e evidenciando este facto em documentos técnicos relativos à definição de boas práticas de atuação no setor (AEC UK, 2012; COBIM, 2012a; State, 2010).

A falta de profissionais treinados para o exercício de funções relacionadas com o BIM remete-nos para o cerne do problema relativo à inclusão da Academia, isto é, na formação dos novos perfis profissionais, assunto que responde também ao interesse da indústria e da sociedade. O descolamento da Academia e a Indústria AEC foi assunto abordado nesta investigação na abordagem ao tema do *BIM Educação*, onde docentes universitários foram confrontados com estas matérias.

Segundo a literatura especializada, é uma tendência e uma necessidade o esforço de conexão de ideias e práticas entre a construção civil praticada pelas empresas de construção e a Academia, neste caso nas faculdades de Arquitetura Portuguesas, no sentido de criar sinergias de ensino que envolvam essas duas vertentes.

“O mercado exige atualmente a capacidade de gestão de recursos económicos e humanos mais que o desenho de espaço. Obriga-se a uma capacitação profissional que não é em nada compatível com o modelo atual de ensino da arquitetura que se

baseia apenas em ergonomia, geometria e forma sem uma forte componente de gestão de projeto e domínio da tecnologia” (Docente³⁰).

Contudo, por se tratar de uma nova metodologia de trabalho, que necessita de tempo de absorção, isso ainda não é uma realidade em Portugal. Além da dificuldade de inclusão e desenvolvimento de qualquer tema novo na grelha curricular das Universidades, expõe-se também um certo negacionismo à nova realidade do *universo da construção*, gerando barreiras para o progresso da inclusão do tema BIM nas escolas de arquitetura.

“Não creio que haja um novo tipo de profissional. Há apenas algumas ferramentas que passaram a fazer parte da profissão a partir de 1990 mais ou menos” (Docente).

“Não há um novo profissional, há ferramentas que devem ser usadas para melhorar o trabalho do profissional” (Docente).

“Não há um novo profissional. O "core" do arquiteto é o mesmo e vai continuar. O BIM impõe-se como processo coerente de coordenação entre os diferentes agentes e de garantia das soluções adotadas. Mas isto é uma tarefa secundária no projeto arquitetónico, conduzida pelos gabinetes com especialistas. Com o CAD foi o mesmo, mas não gerou um novo profissional!” (Docente).

Fundamentada nas etapas da investigação que passaram tanto pela esfera da Academia, como pela esfera prática das empresas de construção e dos gabinetes de arquitetura, observa-se que existe um alinhamento maior entre os gabinetes de projeto e as necessidades apontadas pela Indústria AEC, reconhecendo e implementando o profissional *BIM Manager* enquanto fator de diferenciação qualitativa. A Academia apesar de demonstrar interesse com a inclusão de unidades curriculares relacionadas à metodologia BIM, ainda está muito aquém do que é esperado e almejado pela Indústria AEC. Além de se demonstrar deslocada no âmbito do reconhecimento do arquiteto como profissional responsável pela coordenação de projetos e da gestão de todo o ciclo de vida de um empreendimento, não revela ainda um investimento institucionalizado no desenvolvimento da formação dos alunos para que esses se capacitem para assumir atividades BIM no início das suas carreiras profissionais.

30 Citação extraída de entrevista on line com docentes de três faculdades portuguesas, descritas no CAPÍTULO 5. Não foram recolhidas as identidades dos docentes durante a participação, todas as respostas são anónimas.

Identificação do novo âmbito apresentado pelo BIM

Argumentar sobre uma nova relação de trabalho requer a estruturação do discurso apoiado também na compreensão da forma tradicional de como essas relações de cooperação se desenvolvem atualmente. Baseado nisso, procurar identificar as convergências, ⁹divergências e atritos nas funções revela-nos um panorama mais compatível com a realidade, que se caracteriza com o convívio imposto entre profissionais BIM e não BIM no seio das Organizações, sendo que estes se revezam entre as funções tradicionais e as novas (Bosch-Sijtsema et al., 2019). As questões práticas sobre obrigações e responsabilidades também fazem parte desse contexto, uma vez que é necessário redefinir o âmbito de atuação dos profissionais no contexto dos projetos (Jacobsson & Merschbrock, 2018).

“BIM não é novidade, é a necessidade da organização de projeto que nunca teve. O BIM corrobora com a necessidade de planeamento e novas demandas por parte da gestão não só do projeto, mas de outros profissionais.” (Gabinete de arquitetura).

Um dos interesses desta investigação foi registar e aprimorar a percepção a ter pelo arquiteto *BIM Manager* das atividades que emergem a partir do planeamento de um projeto BIM, expondo a necessidade de se associar o tempo, o custo e a responsabilidade às mesmas. Para o efeito, uma das estratégias preconizadas foi a subdivisão da organização da ferramenta MABIM em *grupos de trabalhos* que permitem ao arquiteto *BIM Manager* identificar as necessidades de maior pormenorização das tarefas de trabalho. Como resultado disto, foram identificadas atividades, que presentemente não são necessariamente do âmbito da *arquitetura* ou do arquiteto projetista, mas sim de um profissional especialmente incorporado para a fazer a coordenação de projetos, mas que, com uma plataforma BIM, se torna significativo que sejam assumidos pela *arquitetura* enquanto coordenadora das atividades intra-organizacionais e inter-organizaicionais pois essas afetam diretamente o bom desenvolvimento do projeto.

“...ter a visão do processo inteiro seria interessante para todos os projetistas se organizarem. Até para nós sabermos o que são essas atividades Intra organizacionais e inter-organizacionais para eu saber como eles estão se programando internamente” (Gabinete de arquitetura).

“Nós temos um método dentro do escritório onde a ferramenta se encaixou e serviu para mostrar que as atividades não são poucas. Algumas ficam dissolvidas e quando se dá um nome, elas aparecem” (Gabinete de arquitetura).

Os dados recolhidos reforçam o emergir da realidade do *profissional BIM* no contexto da Indústria AEC e do processo de adaptação a um novo modelo de trabalho e colaboração. Contudo, uma atividade só se tornará *oficial* no momento em que seja reconhecida pela Indústria e entidades reguladoras da atividade, portanto, torna-se imprescindível o reconhecimento destas novas responsabilidades profissionais.

“Caberia às normativas ter as definições das atividades de fato. Quais as atividades estão intrínsecas. Há uma dificuldade de montagem de Plano de Execução BIM, de planeamento de projeto e assim por em diante, por conta da falta de definição do que significa um projeto de arquitetura por etapa. Hoje há uma situação subjetiva e poderia se mapear o desenvolvimento de projeto, pré dimensionar o desenvolvimento, assim como se pré dimensiona uma obra.” (Gabinete de arquitetura).

O entendimento de que a gestão do projeto BIM depende da visualização e planeamento de todo o ciclo de vida do projeto, expõe o que nesta Investigação vem sendo tratado como um novo âmbito de especialização profissional no seio da atividade da arquitetura, isto é, a necessidade da gestão das informações contidas num *projeto arquitetónico*³¹ serem coordenadas do início ao fim do empreendimento, pois estas afetam todas as etapas intermediárias que, nos modelos de contratualização atual, são ainda da responsabilidade da empresa construtora, nomeadamente o sequenciamento das atividades de construção que utilizarão o modelo digital do projeto para serem desenvolvidas e implementadas. Neste caso, o projeto arquitetónico representado sobre uma plataforma digital BIM deve responder tecnicamente para todos os atores envolvidos no empreendimento e que utilizarão e atualizarão essas informações.

“Em relação a sequenciamento de atividades um exemplo em uma experiência que tivemos com o contrato do modelo BIM terceirizado, o nosso arquiteto exigia do BIM manager da empresa de arquitetura ir na obra e ouvir as questões, para que as informações no modelo fossem as que eu preciso para construir” (Empresa de construção).

“Já deveria estar fazendo, mas não fazia porque se resolvia na obra e a partir do momento que você tem que construir virtualmente, tem que resolver no modelo” (Empresa de construção).

31 Projeto arquitetónico inclui o projeto de arquitetura e todas as especialidades coordenadas.

“Se fizer uma matriz de responsabilidades, todas as atividades serão do BIM manager. Vai depender do que é a complexidade do projeto” (Gabinete de arquitetura)

Deste modo, o *BIM Manager* consagra um novo âmbito de trabalho e especialização profissional no seio da atividade da arquitetura, sendo uma necessidade real que consolida as áreas de atuação do arquiteto no âmbito do Projeto, da Construção, da Gestão e da Educação.

9.3. **A perceção e investigação das diversas nuances do trabalho do arquiteto são necessárias para a discussão das alternativas da profissão**

A atuação profissional no contexto da coordenação de projetos da construção civil é examinada a partir do recorte territorial de Portugal. A atividade da construção é aquela que tem por objeto a realização de uma obra, englobando todo o conjunto de atos que sejam necessários à sua concretização; é uma atividade regulamentada e com habilitações definidas por leis. A indústria AEC em Portugal possui leis específicas para a execução de trabalhos técnicos e a organização dos deveres foi um dos objetos de estudo deste trabalho. A função do coordenador de projeto está descrita na legislação portuguesa e esta define quais as obrigações e atribuições esse profissional deve ter, caracterizando-o como autor de um dos projetos, ou integrante da equipa de projeto, e com qualificação específica, de acordo com as exigências legais (Diário da República, 2009b).

No âmbito dos profissionais de arquitetura, a regulamentação das atividades é gerida pela Ordem dos Arquitetos (Diário da República, 1998, 2015c), e somente os inscritos podem, em território nacional, praticar atos próprios da profissão (Diário da República, 2015c). Em relação à coordenação de projetos, a autorização do arquiteto é organizada por tipos de obra e uma das variáveis mais significativas em comparação com outros profissionais é o tempo mínimo de experiência exigido, segundo a legislação portuguesa (Diário da República, 2015a, 2018).

Assinala-se a questão da regulamentação pois este é um tema amplamente discutido, desde a Academia à Indústria. Na Academia através da implementação de novas ofertas formativas ao nível de pós-graduações e formação avançada e na Indústria pelas certificações atribuídas aos técnicos relacionados com as *profissões BIM*. Em ambos os

contextos, não há, necessariamente, a exigência de certificação de formação superior em arquitetura ou engenharia civil, portanto, o *professional BIM*, de qualquer nível hierárquico, pode não estar apto para responder às responsabilidades legais que regulamentam a função de coordenador de projeto.

A atual não definição legal dessas atividades, fomenta discussões na Indústria AEC, o que vem gerar novas possibilidades de entendimento sobre as atividades regulamentadas no seio da atividade de construção civil. Essas novas perspectivas abrem caminho para questionamentos que podem afetar significativamente o exercício profissional dos arquitetos:

“Não se pode colocar um médico para fazer coordenação, mas não vejo porque não um técnico que se desenvolva nessa área, que adquira experiências, e habilidades, por que não? Um engenheiro civil com certeza, um arquiteto, ou qualquer pessoa que quer se desenvolver na área, teria capacidade. É muito mais perfil do que formação” (Empresa de construção).

Numa conjuntura de transformação em curso na indústria AEC, que afeta os modelos de contratação de obras com a consagração progressiva do modelo digital BIM, onde a sua utilização está vinculada ao envolvimento técnico de todas as disciplinas/especialidades, é importante que sejam identificadas e registadas as responsabilidades de cada ator e os critérios relacionados à incumbência de responder pela gestão da informação não somente das peças desenhadas, mas sim do modelo digital como um todo.

“Faz parte da nossa responsabilidade ter uma visão global do projeto” (Gabinete de arquitetura).

É importante o entendimento do modelo digital BIM não como uma mera ferramenta mas sim enquanto um *produto* resultante da integração do contributo coordenado de informação multidimensional, cuja integridade e validação recai na figura do *BIM Manager*. Este deve estar preparado para gerir o todo: as informações e os contratos associados ao modelo e uma possibilidade de inclusão no contrato (visto que é uma das grandes facilidades dos softwares de modelação), é a garantia da compatibilização das disciplinas. Esse é um dos exemplos de responsabilidades de alto impacto no projeto e que pressupõe a segurança de que os requisitos de projeto acordados estejam em pleno funcionamento durante todo o ciclo de vida do empreendimento. Para esse singular exemplo, é necessário que uma gestão

da informação do projeto seja feita de maneira pormenorizada pelo coordenador do projeto e é uma tendência que haja uma responsabilização pelos possíveis erros técnicos relacionados a essa fase.

“Há coisas subjetivas que não é papel da engenharia avaliar” (Gabinete de arquitetura)

Em outras palavras, a função *BIM Manager* deverá ser considerada na descrição legal de atribuições do que atualmente se caracteriza como *coordenador de projetos* e que neste novo contexto se regista que essas atividades são desenvolvidas de modo mais eficaz pelo profissional arquiteto.

O Arquiteto é a figura central da coordenação de projetos

9.4. O arquiteto como coordenador de projetos é a figura central desta Investigação, é a partir desse ponto de vista que se desdobram todas as temáticas abordadas. Como forma de estruturar a argumentação a partir dessa ótica, foram exploradas as transformações do trabalho do arquiteto ao longo da história, e a sua evolução até a atualidade. Podemos observar o incremento significativo da complexidade nos processos de desenvolvimento de projetos desde o século XV ao XXI (Imrie & Street, 2011), uma das variáveis dessa evolução é o acréscimo de responsabilidades imposta através de regras do Estado, as quais são refletidas nos projetos enquanto necessidade de inclusão de atividades no âmbito do planeamento da construção e gestão de custos para a garantia de uma construção mais eficiente. Nesse contexto faz-se um paralelo com atualidade:

“A grande diferença face ao passado reside no incremento da responsabilização civil dos actos próprios do exercício da arquitectura e numa excessiva complexidade, quantidade e por vezes incompatibilidade da legislação aplicável aos projectos de arquitectura.” (Docente quando questionado sobre o novo profissional exigido pelo mercado).

As transformações assumem um vínculo direto com as instituições académicas, responsáveis pelo estabelecimento de competências e capacidades intelectuais, bem como pela transição para um tipo de conhecimento aplicado. Considerando a evolução nas estruturas das relações organizacionais, é a partir do trabalho de formação realizado nas Universidades e das certificações garantidas por elas, que se reconhece públicamente a

autonomia e responsabilidade dos arquitetos sobre a realidade construída. observa-se que a partir da década de 60 do sec. XX, novas regulamentações e mudanças de papéis dos atores, revelam a alteração dos modos de trabalho, comprovando a inevitável sobreposição entre as várias áreas que compõem o universo da edificação, entre as quais a gestão do tempo e dos custos do projeto e da produção. Este novo paradigma, fez emergir a necessidade de diversificação da educação do arquiteto de modo a suprir as insuficiências na atuação no âmbito da coordenação de projetos, obras e empreendimentos em todas as escalas em todo o ciclo de vida da construção.

A adaptação das Universidades às novas realidades do *ser arquiteto* foi um dos temas abordados nesta Investigação, onde as opiniões expressas por docentes permitem ajudar a entender as transformações atuais no campo do ensino, decorrentes da inclusão de competências digitais e a possibilidade de novas abordagens ao que pode ser o âmbito do trabalho do arquiteto :

“... quando aparecem novas metodologias e ferramentas, é normal que sejam testadas através de unidades curriculares opcionais e outra hipótese é a formação pós-graduada. Mas o ideal é que, em tempo útil, as direções e gestões dos cursos se apercebam da necessidade de se atualizarem e de introduzirem novos conteúdos. Isso pode ser feito dentro a estrutura curricular existente ou através da sua revisão” (Docente, sobre necessidade de adaptação do ensino para habilidades digitais).

Nesse sentido, podemos reconhecer a capacidade histórica das universidades responderem aos desafios da sociedade, influenciando diretamente o papel do arquiteto e da sua produção. O que se verifica atualmente é que está perante um momento de transformação em que as escolas de arquitetura necessitam de se adaptar às novas metodologias e ferramentas proporcionadas pelo BIM e suas plataformas colaborativas. Essa é hoje uma realidade, que vai exigir um esforço de adaptação notável, sendo uma das consequências mais evidentes a abertura de novas oportunidades de formação na área.

“Estamos partindo do pressuposto que em uma empresa que quer usar BIM, manipular as ferramentas é obrigação de todos” (Empresa de construção).

“Sim, essa reflexão de alteração deve ser feita. Por vezes existe um corpo teórico excessivamente parcelado e pouco integrado. Um dos investimentos a fazer é na integração” (Docente, quando questionado sobre a necessidade de adaptação do módulo de ensino atual às novas ferramentas digitais).

“Todo mundo vai ter que saber modelar, não é possível delegar apenas a uma pessoa específica” (Empresa de construção).

“Todo mundo precisa ter conhecimento das ferramentas e dos procedimentos BIM. Uma adequação a elas.” (Gabinete de arquitetura).

Uma visão pertinente sobre as transformações do âmbito do trabalho do arquiteto é a identificação de uma maior flexibilidade do uso do termo “arquiteto”, com o intuito de demonstrar mais diversificação e especificação de produtos, como: “*interior designer*” ou “*creative consultant*” (Claire Jamieson, Dickon Robinson, John Worthington, 2011). Esse contexto se expande também a nível organizacional, com a identificação de empresas como: “*design houses*”, ou “*spatial agencies*”, normalmente visando angariar trabalhos que impactam a cadeia da construção, mas que não se delimitam no trabalho tradicional e regulamentado do arquiteto.

“O paradigma do arquiteto autor de esboços para outros passarem a limpo está a definir. A multidisciplinaridade dentro de uma equipa de arquitetura (mesmo dentro de um atelier) é hoje evidente. Com frequência vemos arquitetos que se especializam em “visualização”, “construção”, “Gestor de Projeto”, “documentação e instrução”, “projeto de execução”, “investigação”, “valorização imobiliária”, “património”, entre outros. Ora o BIM é um elemento comum entre todas estas “especializações”. Ou seja, o arquiteto que não domine o conceito BIM e pelo menos uma das suas ferramentas, fica limitado no seu âmbito e ação profissional estando claramente desatualizado face a outras profissões que atuam na construção e gestão de edifícios.” (Docente, quando questionado sobre um novo profissional exigido pelo mercado)”.

“Da mesma forma que falta a disciplina de planeamento na faculdade, falta a em BIM. Mas não necessariamente se você tiver, você está apto a planejar um projeto e uma obra, ou ser um BIM manager qdo vc sai da faculdade.”(Gabinete de arquitetura).

Apesar da identificação de diversas facetas no *ser* arquiteto e da inclusão destas sob os aspetos já comentados, um ponto crítico colocado pela literatura especializada é a insuficiência do profissional nas atividades que dependem de competências de gestão. Esse foi igualmente um tópico abordado ao longo desta Investigação, que recolheu igualmente a opinião dos docentes de arquitetura sobre os principais temas identificados pela análise bibliométrica no âmbito do BIM Educação. De entre eles, destacam-se os temas sobre

incentivo ao aprendizado da interdisciplinaridade dos assuntos de projeto, a colaboração e gestão de informação.

“Poderia haver mais, principalmente no contexto do BIM. Por exemplo no desenvolvimento de metodologias de colaboração entre disciplinas (arquitetura, engenharia,) o que se poderia traduzir na experimentação da articulação de modelos de várias especialidades, em testes de colisões entre modelos, etc.” (Docente, quando questionado sobre o incentivo ao desenvolvimento dos alunos sobre a interdisciplinaridade das informações de projeto).

Os resultados convergem com as críticas dos especialistas da indústria sobre a incipiente formação do arquiteto para funções relacionadas com a gestão da informação. As experiências relatadas não incluem criação de disciplinas específicas, e a estratégia de desenvolvimento de gestão de projetos é a aplicação de projeto em exemplos práticos. Considerando que a gestão de projetos depende do conhecimento não somente da atividade prática, e sim de uma vasta teoria sobre o assunto, a formação dos arquitetos sobre o tema aparenta ser ainda ineficiente.

“Não são os alunos, mas os gabinetes de arquitetura que devem estar preparados” (Docente, quando questionado sobre o preparo dos alunos para as exigências de concursos de obras públicas).

“Não vejo desvantagem, acho que precisamos evoluir na capacitação de gestão de projetos” (Gabinete de arquitetura).

Esse ponto de vista é abordado como sendo um hiato na educação do profissional que tem como consequência uma lacuna de reconhecimento no mercado de competências para a liderança interdisciplinar pelo não reconhecimento do arquiteto como executor dessas atividades (Claire Jamieson, Dickon Robinson, John Worthington, 2011).

“O que eu percebo é que o gabinete de gestão de projeto fica no meio do caminho. Não se assume a coordenação total” “A coordenação não tem nome e escopo” (Gabinete de arquitetura).

“Nós arquitetos poderíamos sim ser o BIM Manager, mas precisaríamos ser remunerados para isso, seria outro escopo” (Gabinete de arquitetura).

É nesse contexto que ganha força a contratação dos *Project Managers*, admitidos para viabilizar a gestão da construção e gerir todos os atores e informações dos projetos. Deste ponto de vista, o construtor tem o controle das informações em todos os processos do projeto, substituindo os arquitetos nessa função, remetendo estes para fornecedores de documentação técnica.

“O arquiteto coordenador de projeto não tem poder de fala, de decisão... normalmente quem está tomando a decisão é uma outra pessoa que comumente é um engenheiro da construtora. O ideal seria que arquiteto tomasse as decisões ou que ao menos participasse desses momentos” (Gabinete de arquitetura).

Um profissional project manager precisa ter conhecimentos em BIM e um arquiteto para ser BIM Manager, precisa saber de gestão de projetos. A distância entre os dois está na experiência de cada um.” (Gabinete de arquitetura).

O controle maior ou menor sobre as informações está diretamente relacionado com o tipo de contrato comumente exercido na construção civil atual, que é o *Design Building*. Esse contrato coloca o construtor no topo da hierarquia de decisões, fortalecendo as contratações de consultorias especializadas em gestão de projetos e isso afasta o arquiteto das decisões dentro dos processos do projeto. No caso de um projeto desenvolvido em BIM, as decisões são então tomadas com a participação de um *BIM Manager*, e isso reforça a necessidade de colaboração entre as partes.

“O BIM Manager não tem somente as informações do projeto, mas sim do processo” (Gabinete de arquitetura).

“A nossa necessidade de ter um BIM manager na empresa seria em relação ao processo como um todo, o objetivo que se quer atingir com o BIM, como se faz o link entre as áreas. É uma coisa bem menos operacional e bem mais processual.” (Empresa de construção).

A multidisciplinaridade da formação do arquiteto é reconhecida pelo mercado, assim como a necessidade de desenvolvimento de habilidades que ampliem as perspectivas de atuação na área de gestão. A diminuição do âmbito deste profissional é também relacionada à falta de iniciativa de adequação e de criação de novas habilidades a partir de novas linguagens, práticas de performance e tecnologias impostas pela nova indústria (Imrie & Street, 2011).

“...geralmente nós arquitetos temos uma conversa melhor entre as disciplinas, uma tendência um pouco maior de valorizar a qualidade dos detalhes e entender o porquê cada um quer fazer de um jeito. Um gabinete de engenharia poderia também fazer, desde que ele entendesse também de processo de criação, de assimilação do projeto, de repensar soluções” Não acho que seja impossível, mas eu acho que arquiteto tem essa visão mais global” (Gabinete de arquitetura).

O arquiteto é o profissional com a capacidade de coordenar, conjugar informações e conciliar atores no âmbito de um projeto e as redefinições de papéis afetam tanto o processo de design, como o de gestão da construção. Esse tópico foi abordado na etapa da investigação desenvolvida junto com os especialistas, que discutiram sobre a reconhecimento do arquiteto exercendo a função do *BIM Manager*

“Faz sentido ser um arquiteto pela formação multidisciplinar. BIM manager precisa ter habilidades tanto técnicas quanto sociais.” (Empresa de construção).

Apesar desse reconhecimento, a sua autoridade futura é colocada em dúvida (Claire Jamieson, Dickon Robinson, John Worthington, 2011) e um prognóstico para a estabilidade do arquiteto é o investimento em desenvolvimento de experiências que diversifiquem as capacitações e incluam capacidades de comunicação, gestão de custos e planejamento, competências com trabalho remoto, pontos que apontam um novo modo de relacionamento com o mercado da construção.

9.5.

A Coordenação de Projetos da teoria à prática na Construção

O âmbito da coordenação de projetos é qualificado por inúmeros atores e seus conflitos de interesse, evolução de tecnologia e redução do custo e tempo dos empreendimentos. São inúmeros os problemas que surgem a partir da falha em algum processo relacionado com a coordenação de projeto (Ballard & Koskela, 1998) e em resposta a isso, foram desenvolvidas e aprimoradas práticas e teorias de gestão, como por exemplo, a relevante estrutura: conversão, fluxo e geração de valor, que coloca o design como responsável por produzir os requisitos desde as necessidades do cliente, traduzindo-as em especificações de engenharia (Koskela, L. & Huovila, 1997).

Esta Investigação veio propor a identificação das atividades BIM exercidas por um *BIM Manager* para, através dessas informações, debater o modo como a atividade de

coordenação de projetos se pode desenvolver no contexto da nova dinâmica imposta pela metodologia BIM.

Os conceitos de coordenação de projetos descritos pela literatura específica são utilizados por especialistas, que validam a fase de design como a mais importante, já que é a partir dela que se define o que será construído e as futuras conexões necessárias como outros atores, atividades, tarefas e tempo de execução, além das fases de aprovação e validação (Formoso et al., 1998).

No caso do BIM, o planejamento das atividades depende dos usos do modelo, isto é, aquilo que se pretende retirar do modelo digital e isso influenciará o modo e a informação que será integrada. É uma boa prática que essa dinâmica seja definida e implementada ainda na fase de preparação do projeto e, portanto, é compatível com as fases iniciais do projeto de arquitetura.

*“Quem decide fazer em BIM acaba sendo o responsável pelo processo todo”
(Gabinete de arquitetura, sobre a posição do arquiteto em utilizar a metodologia mesmo que não seja exigida em contrato com a obra).*

As interconexões entre as atividades dentro de um projeto são dissecadas pela literatura através de casos de estudos (Tzortzopoulos & Formoso, 1999), a partir dos quais se consegue verificar que é uma prática corrente, aplicar processos de coordenação de projeto também às fases de construção, afim de identificar e filtrar as atividades que possam vir a ser consideradas desperdício de tempo entre as trocas de informações durante o projeto. Essa prática, permite aprimorar o encadeamento das atividades, posicionando-as da melhor maneira na cadeia de ações do projeto. Um dos resultados apresentados pelos casos de estudos considerados pelos autores e exemplificados no Estado da Arte, a geração de valor do projeto, sendo este, estabelecido e influenciado através das condições de trabalho das equipas, ao nível de qualificação técnica e capacidade de trabalhar em colaboração.

No decurso desta Investigação, a identificação de atividades BIM, através do desenvolvimento da ferramenta MABIM, permitiu estabelecer uma visualização panorâmica dos trabalhos a serem realizados, devidamente estruturados nas relações apontadas na literatura especializada, possibilitando a identificação do melhor encadeamento a dar às referidas atividades.

“O ideal seria que a construtora tivesse acesso a essa ferramenta e preenchessem a parte deles. Assim eu veria os cruzamentos e sobreposição de tarefa ou tarefas em locais e responsabilidades erradas. O ideal é a matriz cruzada.” (Gabinete de arquitetura).

“Como a MABIM, define-se melhor o que vai colocar de organização, faz você raciocinar mais e entender alguns riscos que existem no caminho desse processo. Consegue ter uma noção maior e automática dos problemas que possam existir.” (Gabinete de arquitetura).

No contexto da utilização/implementação da ferramenta MABIM, os especialistas foram confrontados com a necessidade de planejar o projeto, pormenorizar as ações, identificando-as através de atividades BIM específicas e distribuindo-as em uma estrutura definida.

O preenchimento da MABIM engloba, além da identificação das atividades BIM necessárias para se desenvolver o projeto ao longo do ciclo de vida, a atribuição de tempo necessário para a execução das mesmas, bem como o seu *peso* específico. Esse *peso* funciona como balizador de importância ou do grau de dificuldade que possa ter a atividade, sendo ainda vinculado a um custo. As atividades BIM são preenchidas pelo arquiteto *BIM Manager* a partir de sugestões da ferramenta base, já os tempos, critérios do peso e custo são definidos na sua totalidade pelo *BIM Manager*.

A MABIM se exprime em um mapa das atividades BIM, as quais são submetidas a análises de dados, gerando resultados que permitem a visualização de algumas relações entre quantidades de atividades e horas trabalhadas em cada fase do projeto e nos grupos de trabalho, além da relação dos preços a cada uma das opções de análise. A partir dessas análises, o *BIM Manager* pode administrar o dispêndio de recursos em horas trabalhadas e realocar meios conforme a necessidade, identificar gastos desnecessários em tarefas não importantes, ou até mesmo identificar atividades importantes não consideradas.

“O mundo perfeito: definições e enquadramentos de cada tarefa na matriz, se tivesse as predecessoras, por exemplo, qualquer software conseguiria entender o que pode o que não pode a partir dos riscos entendidos.” (Gabinete de arquitetura)

A MABIM é uma ferramenta que auxilia no processo de identificação e mitigação de riscos relacionados ao projeto no sentido que exige que o *BIM Manager* pormenorize as atividades e assim, identifique o que realmente necessita ser realizado e, a partir daí, a gestão

das responsabilidades e divisão e organização de equipas é concebida de maneira mais informada.

“...tinha que ser um acompanhamento mais dia a dia e a ferramenta ajudaria muito para quem faz a gestão, eu tenho a impressão de que eles não sabem o que estamos fazendo agora” (Gabinete de arquitetura, sobre relação com outros atores do projeto).

Num contexto geral, a prática e teoria da coordenação de projetos alimenta a gestão de projetos necessária para o funcionamento da metodologia BIM, no sentido de que esta também converte ideias do que é preciso fazer, munida de técnicas de fluxo de trabalho como o desenho dos processos de projeto, características fundamentais para a geração de valor ao produto, como defendido pelos mais relevantes teóricos da *coordenação de projetos*.

Contribuição à valorização do arquiteto

9.6.

Tabela 40 Retomada das Metas e Objetivos da Investigação

Metas	Objetivos
Analisar as relações, conexões, mudanças nas três esferas de atuação do arquiteto: construção, projeto e educação.	Demonstrar o novo âmbito de trabalho do arquiteto com o BIM
Identificar as atividades BIM.	
Identificar e discutir os impactos do BIM sob a ótica da legislação portuguesa sobre a coordenação de projetos.	
Criar uma framework de atividade BIM baseada na prática e na literatura especializada.	Desenvolver o conhecimento e discutir novas formas de inserção do arquiteto nas três esferas de atuação.
Embasar o contexto do BIM no trabalho do arquiteto.	
Perceber a evolução internacional dos processos de coordenação e gestão, incluindo os desenvolvimentos normativos recentes.	
Identificar e discutir a relação do BIM Manager sob a ótica da Educação.	
Explicitar através dos resultados da Investigação o valor que um arquiteto agrega na gestão de um projeto BIM.	Contribuir para a valorização do arquiteto

Perceber as nuances do trabalho do arquiteto como *BIM Manager* foi um dos objetivos iniciais desta Investigação. Para isso revelou-se necessário desenvolver um exercício prático para pormenorizar as ações do arquiteto dentro de um projeto. Dessa experiência criou-se um banco de dados que auxilia e direciona o arquiteto *BIM Manager* no planeamento do projeto BIM e, em consequência, de toda a gestão da informação necessária para realizá-lo.

O incentivo à percepção da conexão das melhores práticas das teorias de coordenação de projetos com a gestão do projeto BIM é dos maiores contributos deste trabalho. A aceitação da ferramenta MABIM pelos arquitetos *BIM Manager* demonstra-nos isso, com o incremento de sugestões de melhoria e novas possibilidades de análises. Nessa temática, um dos ganhos deste trabalho é a percepção da quantidade considerável de trabalho afeta ao arquiteto enquanto *BIM Manager*, muitas vezes despercebida e que através da MABIM foi possível sistematizar.

“Mensurar o esforço das atividades e identificar os esforços invisíveis é uma atividade bastante difícil. Sim, a lista de sugestões contribui muito. (Empresa de construção)”

“Sim. Telefonemas para esclarecimento de demanda. Mensagens de WhatsApp orientativas...recebimento e organização de propostas e outros documentos que não sejam entregáveis. (Gabinete de arquitetura quando questionado sobre a percepção do aumento das atividades de coordenação de projetos).”

Esse tópico retoma a uma das inquietações de início da Investigação que visava compreender o ambiente nebuloso decorrente da não definição de propriedade da responsabilidade na coordenação de um projeto BIM e os riscos aos quais o arquiteto fica submetido nesse contexto. Quando não existe uma definição da responsabilidade, a gestão da informação pode revelar-se ineficiente, isso afeta negativamente o projeto e recai sobre o responsável pelas informações de base de qualquer empreendimento: a arquitetura. Assim, conhecer as atividades necessárias para a realização de um projeto BIM é o ponto inicial para uma gestão de qualidade e redução dos riscos associados. Complementarmente, permite de evidenciar aos arquitetos e aos restantes intervenientes nos projetos, o tempo consumido nessa gestão e o valor agregado ao mesmo.

“Essa questão do risco é uma realidade e a percepção é que existe muito mais atividades do que nós realmente cobramos” (Gabinete de arquitetura)”

“...com certeza só pelo processo estar indicado na organização, a atenção dada para ele será diferente.” (Gabinete de arquitetura quando questionado sobre a percepção de novo processo de trabalho a partir da MABIM)

A partir da identificação *do que precisa ser feito*, fica evidente quais serão os tipos de competências, experiências e capacidades necessárias para executar o projeto BIM, indo ao encontro das conclusões expressas da literatura especializada que detalha os possíveis cargos e hierarquias numa organização relacionados ao BIM, bem como sobre a emergência e desenvolvimento de novos perfis de profissionais na área.

“...precisa ser uma pessoa que participa dos processos, com uma comunicação direta” (Gabinete de arquitetura).

Apontar as diferenças entre a atividade de coordenação de projeto clássica com a realizada num contexto BIM, foi igualmente um dos objetivos desta Investigação, de modo a permitir a identificação de novos percursos profissionais no âmbito do mercado da construção civil. A reconfiguração de processos de trabalho exigida pelas metodologias e plataformas BIM, impacta numa cadeia de ações e essas carecem de uma interligação com o que se aprende na Academia. Esta Investigação aborda a importância destas metodologias BIM serem integradas nos modelos de ensino, com especial relevância nas escolas de arquitetura. É uma exigência do BIM essa reestruturação do modelo de trabalho, ficando demonstrado através da ferramenta MABIM que há a necessidade de ter um *ator principal* a atuar por trás de todos os processos e será valorizado o profissional que atender a esses requisitos.

“O propósito do coordenador de projeto permanece, mas as atividades relacionadas e a exigência de conhecimento mudaram” (Empresa de construção).

“Há diferenças do tradicional para o BIM porque esse skill de software e tecnologia não era uma habilidade requerida dos coordenadores tradicionais. Ele precisava perceber de sistemas, de projetos, compatibilização, gestão de pessoas, mas não necessariamente da gestão da tecnologia” (Empresa de construção).

O produto MABIM emerge enquanto ratificação do método proposto: estruturação da informação BIM agregada às fases de um projeto e o seu conteúdo validado por

especialistas enquanto matéria prima para o desenvolvimento de sinergias entre Academia e Indústria.

Uma vez que a Investigação usou dessa estrutura para perceber qual o conhecimento dos alunos de arquitetura sobre as responsabilidades das atividades dentro de uma coordenação de projetos, da opinião dos docentes sobre a evolução das disciplinas, relacionando com os temas BIM de maior relevância, os resultados obtidos e analisados neste trabalho constituem uma base para o desenvolvimento de novas disciplinas ou atividades práticas nas Universidades. Esse banco de dados representa o que precisa ser feito dentro de um projeto BIM e permite identificar lacunas e adequar os ensinamentos ministrados nas escolas de arquitetura possibilitando a reflexão sobre as estruturas curriculares dos cursos.

A observação do banco de dados da MABIM permite a visualização do trabalho do *BIM Manager* dentro de um projeto BIM e o que aqui se evidencia é a oportunidade oferecida para a adequação do arquiteto para assumir essa função. Conforme demonstrado nas etapas práticas desta investigação, o arquiteto já tem por missão a estruturação dos processos de trabalho que são exigido numa metodologia BIM pois o seu trabalho, sendo a base das outras disciplinas, já requer esse planeamento intrínseco. O desenvolvimento do projeto depende desse planeamento inicial, de identificar os requisitos de todos os atores, da comunicação e conexão entre todas as informações do projeto e essas tarefas são apropriadas para serem realizadas por um técnico que teve formação em arquitetura.

Neste trabalho não se defende que não haja outros modos de associar as responsabilidades do *BIM Manager* a outras formações profissionais, contudo, aponta, eleva e valoriza a mais valia existente em que essas funções sejam desempenhadas por um *BIM Manager* arquiteto.

MABIM, um protótipo de ferramenta que suporta um banco de dados valioso para a coordenação de projetos

Nesta ocasião se expõe o resultado do banco de dados recolhido durante toda a Investigação. Faz parte desta *framework* os dados de início e os dados recolhidos durante a fase de aplicação da ferramenta nos gabinetes e empresas de construção.

Tratando-se da interpretação quantitativa das Atividades BIM consideradas na MABIM durante a fase prática, as atividades relacionadas a Tecnologia aprensetam-se em

mais evidência. Esse resultado pode ser relacionado à conexão direta dessa área com softwares e plataformas necessários para as operações e que são inegociáveis quando no âmbito de uma gestão de projetos BIM.

Já as atividades relacionadas aos Processos e Políticas aparecem com importância aproximada, diferentemente das atividades relativas às Pessoas. Essas aparecem em menor proporção, podendo relacionar esse resultado às colocações sobre barreiras de implementação BIM, onde significativas referências colocam a falta de profissionais qualificados, ou a dificuldade de treinamentos disponíveis, como um dos principais fatores para a não difusão do BIM. Essas dificuldades não são diferentes quando testadas em projetos reais, sendo estas, um ponto crítico para os projetos.

Os dados sobre as fases de coordenação dos projetos fazem paralelo com os resultados parciais, onde a preparação do projeto tem maior relevância nos projetos. O resultado desse painel era já previsto, visto que as empresas participantes têm diferentes tipos de atuação no mercado, isto é, diferentes tipos de contratações também. Isso influencia na não consideração de atividades, como por exemplo, na fase de execução de obra ou de acompanhamento. Aponta-se como relevante a preparação do projeto se manter como fase de maior dispêndio de energia das empresas, o que remete à necessidade de estruturação do modelo e dos processos para uma boa gestão das informações durante todo o ciclo de vida de uma construção.

O painel dos Grupos de trabalho BIM mostra uma preocupação em pormenorização das atividades de modelação, item muito relacionado à tecnologia e execução dos projetos. A quantificação dessas atividades se dá pelo número de atividades consideradas e, portanto, pode se interpretar que há uma facilidade e atenção em descrever as atividades relacionadas a isso. O mesmo não ocorre com outros grupos como o de formação, ou de interoperabilidade de sistemas. Ambos estão em grupos de trabalho diferentes, mas têm pormenorização semelhante. Interpreta-se esse resultado como pontos de atenção para o planejamento do projeto, isto é, é necessário que o BIM Manager atue com atenção no detalhamento dessas ações para que sejam garantidas todas os âmbitos BIM da coordenação dos projetos.

O quadro geral dos dados apresenta as atividades dispersas ao longo do ciclo de vida dos projetos. Esses dados podem ser utilizados como balizadores de atuação no planejamento total da obra. Conhecendo a importância de um planejamento abranger todos os grupos de trabalho BIM e numa pormenorização alinhada de atividades a serem executadas em cada

um deles, essa visualização apresenta significativa utilidade para uma visão geral do projeto.

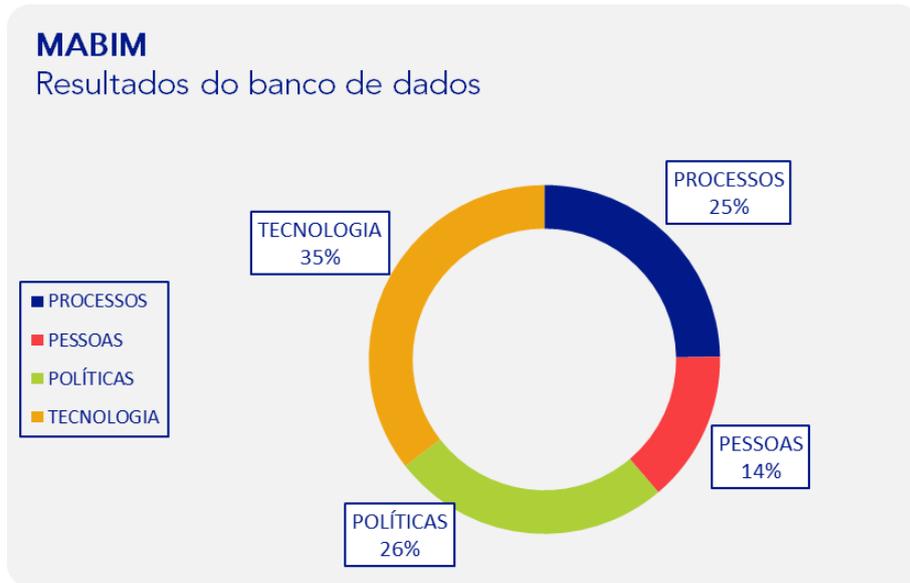


Figura 127- Resultados compilação de dados MABIM

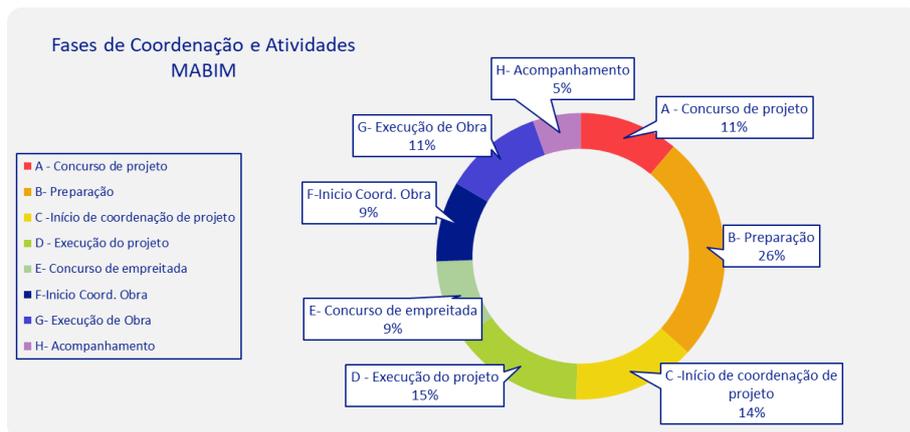


Figura 128 Resultados compilação de dados MABIM-Fases de Coordenação

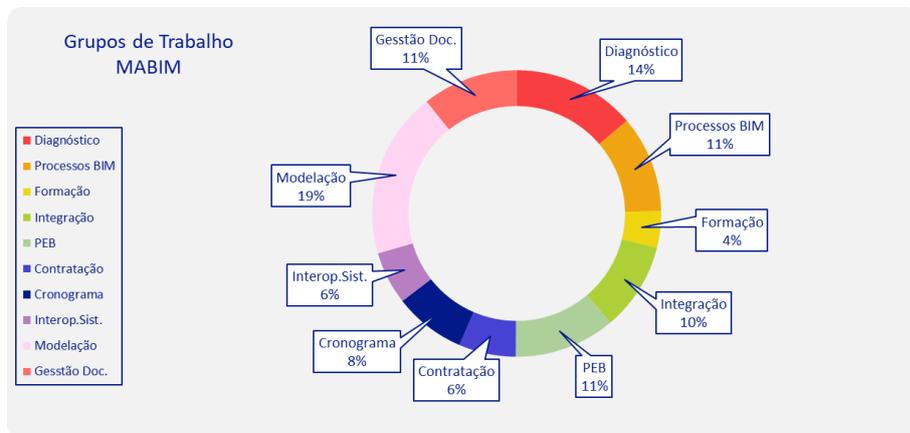


Figura 129 Resultados compilação de dados MABIM-Grupos de Trabalho

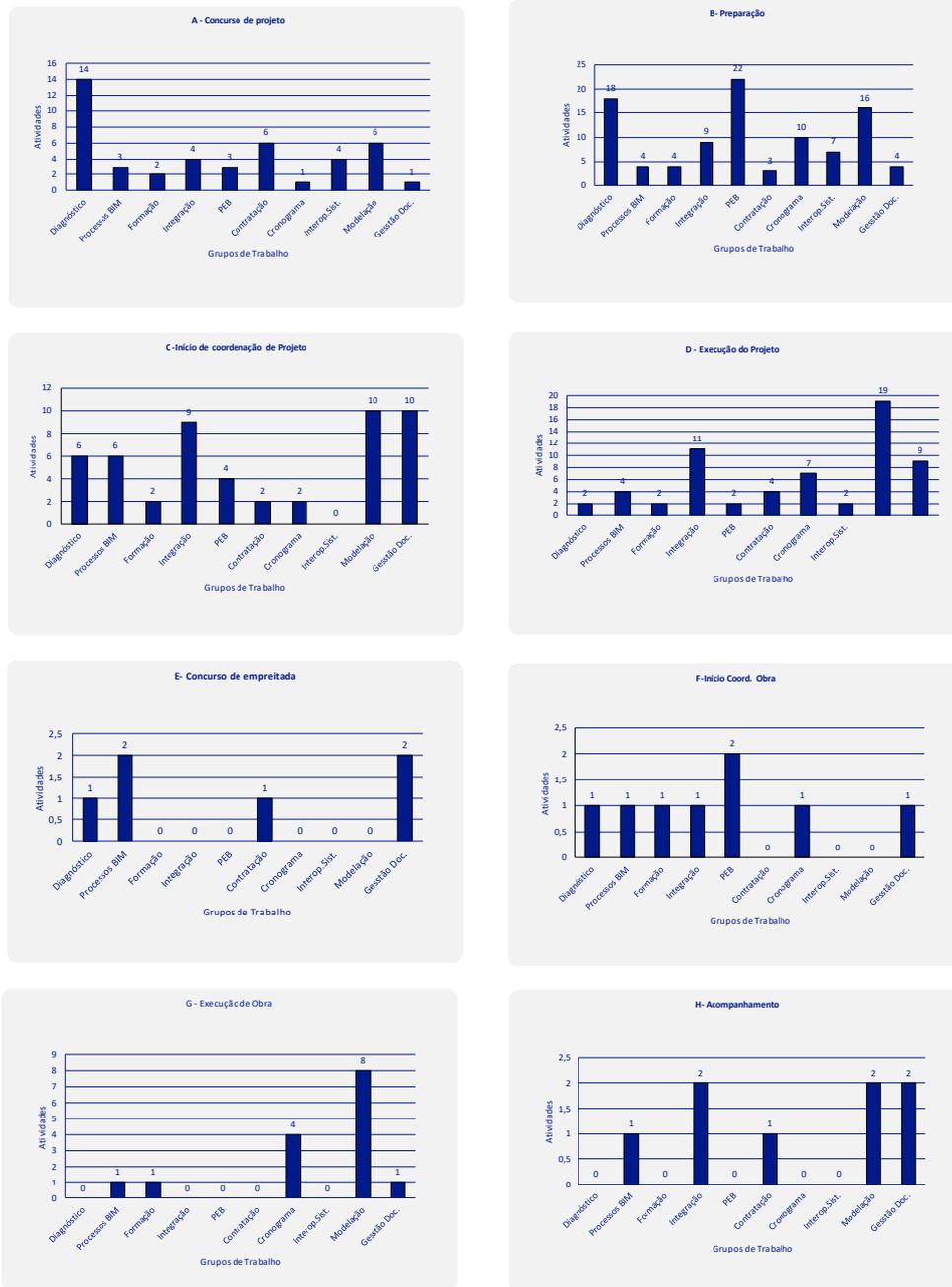


Figura 130 Resultados compilação de dados MABIM-Grupos de Trabalho

MABIM , uma estrutura organizada para orientar o trabalho do Arquiteto BIM Manager

9.8. Representação da MABIM.

MABIM Completa³²

³² As imagens deste documento estão disponíveis também em arquivo digital.

CAPÍTULO 10. Desdobramentos da Investigação

Próximas investigações

Partindo desta Investigação, considera-se-se que os dados coletados e a teoria revisada e organizada, permitem a eleição de tópicos com potencial para o desenvolvimento futuro de investigações complementares.

Dentre os potenciais de pesquisa identificados, destaca-se a investigação sobre *BIM Educação*, com foco na criação e desenvolvimento de unidades curriculares para implementação nas escolas de arquitetura que permitam integrar a metodologia BIM e incentivem a utilização de ferramentas BIM também orientadas para o planeamento de projetos e gestão de obra. A colaboração interdisciplinar estruturada no BIM enquanto metodologia de trabalho é uma área muito relevante a ser desenvolvida no contexto das Universidades.

Outro ponto identificado está relacionado com a responsabilidade sobre o modelo digital BIM. É uma questão que se prende com a definição de responsabilidade técnica sobre o empreendimento, atualmente regulamentado sob o prisma da gestão e da técnica. Sendo o modelo digital BIM um produto direto da gestão do projeto e elemento de grande importância tanto para um contrato, quanto para a execução da obra, aponta-se aqui a necessidade de um aprofundamento da discussão sobre a regulamentação da responsabilidade sobre esse elemento. Atualmente não há uma definição clara sobre esse tópico.

Uma outra oportunidade que emerge, relaciona-se com o desenvolvimento da ferramenta MABIM. Durante o desenvolvimento desta investigação, houve limitações ao uso e otimização da ferramenta, barreiras técnicas que podem ser ultrapassadas com o desenvolvimento de plugins e modelos de interoperabilidade com softwares existentes. A oportunidade de transformar a MABIM em uma ferramenta de gestão de projetos com recursos automáticos e interligados foi comentada pela maioria dos participantes neste trabalho. Ainda na linha de maturidade da MABIM, o avanço da utilização da ferramenta de maneira colaborativa é também uma oportunidade a explorar, ou seja, com o desenvolvimento técnico da ferramenta, abre-se a possibilidade da sua aplicação junto de diferentes atores do projeto, sendo preenchida com atividades relevantes para mais colaboradores do empreendimento.

Por fim, tendo essa investigação uma abrangência nas três principais esfera de atuação do arquiteto: *Projeto, Educação e Construção*, percebe-se a oportunidade de se poder desenvolver trabalhos que sigam o caminho da melhoria do contexto do profissional no mercado e também que estimulem a visão do arquiteto como referência central no tema da coordenação de projetos BIM.

Disseminação da Investigação

Nesta seção, referem-se os trabalhos de referência que foram executados durante o desenvolvimento da Investigação de doutoramento e que foram apresentados publicamente à comunidade científica.

Congressos e Artigos

Tabela 41 Disseminação da Investigação

Evento	Produção
10.3. Congresso	ENIA- 3º Encontro Nacional de Investigação em Arquitetura- ISCTE-IUL-23 de Novembro de 2018- https://www.iscte-iul.pt/eventos/1767/3-encontro-nacional-de-investigacao-arquitetura
Congresso	ENIA-4º Encontro Nacional de Investigação em Arquitetura- 10 de abril de 2019 FAUL- http://4enia.fa.ulisboa.pt/
Congresso	CA2RE Lisbon- Conference for Artistic and Architectural Research- https://ca2re.eu/events/lisbon-2019/
Congresso	PTBIM 2020-3º Congresso Português de Building Information Modelling 7 e 8 de maio de 2020, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. BIM Educação, uma revisão bibliográfica estruturada. (Mizumoto & Oliveira, 2020c)
Congresso	RTU- Riga technical university 61st international scientific conference architecture and urban planning Friday, October 16, 2020, online BIM as a tool for the democratization of information on the construction site
Congresso	ISTCONF- 7th International Conference on Innovation in Science and Technology October 23–25, 2020 Amsterdam, Netherlands. BIM Education. A qualitative discussion from a bibliometric analysis. (Mizumoto & Oliveira, 2020a) . https://www.dpublication.com/wp-content/uploads/2020/09/120-07.pdf
Congresso	STECNF- 6th International Conference on Modern Approaches in Science, Technology &Engineering. 18-20 September 2020 _ Milan, Italy. BIM strategy: using the project's interdisciplinarity to implement the methodology. https://www.dpublication.com/abstract-of-6th-steconf/5-30014/ (Mizumoto & Oliveira, 2020b)
Revista técnica	Revista Construção Magazine- Técnico científica- Engenharia Civil. N 88 Novembro/ Dezembro 2018. Pag 48 a 60. FNRE- Fundo Nacional de Reabilitação do Edificado. Implementação BIM em organização para reabilitação urbana. (Mizumoto & Costa, 2018)
Documento	BIM nas Autarquias. Guia compreensivo para implementação do BIM. (Costa et al., 2020)

Participações

Nesta secção , referem-se as prestações da autora no decurso de convites para participar em aulas, eventos, seminários, colóquios e encontros e em várias instituições, relativas a assuntos afetos ao desenvolvimento da sua Investigação de doutoramento.

10.4.

- Aulas de tópicos específicos para alunos de doutoramento da FAUL para os alunos de laboratório I , II e III.. A autora participou do desenvolvimento e apresentação do tópico sobre o método de bibliometria. A aula ocorreu em novembro de 2019.
- Aula sobre BIM Manager e novas possibilidades do arquiteto, realizada em 04/11/2020 durante a disciplina ministrada pelo prof doutor Francisco Oliveira na FAUL.
- Aula on line para o evento da BIM Experts. Conteúdo sobre Plano de Execução BIM.



Figura 131 Disseminação: Aula BIM Experts



Figura 132 Disseminação: Aula BIM Experts

- Aula on line organizada pela Universidade Federal de Pernambuco- Brasil.
Conteúdo: Plano de Execução BIM.



Figura 133 Disseminação: BIM Day UFPE

- Aula on line organizada pela Faculdade de Arquitetura Unincor



Figura 134 Disseminação: BIM -Unicor

- Aula On line organizada pela E2D 500. Conteúdo: Gestão BIM

WORKSHOP E2D500 | 14.09 a 18.09
BIM - Building Information Modeling

14/09 - BIM no Brasil e no Mundo
José Carlos Lino

15/09 - BIM na Arquitetura
Décio Ferreira

16/09 - BIM na Setor Público
Késia Alves

17/09 - BIM na Engenharia
Silvio Kimura

18/09 - Gestão BIM
Juliana Mizumoto

Moderadores
Danie Félix Claudius Barbosa José Carlos Lino

ENGENHARIA EDUCAÇÃO DIGITAL E2D 500

nosso BIM

Figura 135 Disseminação: Gestão BIM E2D 500

- Projeto Hospital BIM. Participação como projetista num projeto colaborativo, desenvolvido on line, participação em eventos de divulgação do projeto executado e de disseminação do BIM relacionado às mais valias de gestão de projetos e ganhos da utilização da metodologia BIM no âmbito de Hospitais de Campanha no início da pandemia do Covid19.

Jornada Hospital BIM (Covid -19 Projeto Conceitual)

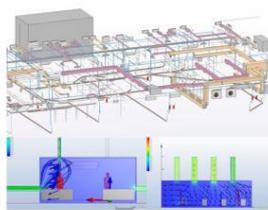
Online (Webinar) - 11/05 a 13/05 às 20h



SEGUNDA-FEIRA (11/05)

O PROJETO

Conheça o conceito arquitetônico, idealização, diferenciais e multiplicação do projeto do HOSPITAL BIM. Entenda também como ocorreu a colaboração, processos e documentação de cada etapa.



TERÇA-FEIRA (12/05)

INSTALAÇÕES (MEP)

Conheça o passo a passo das instalações e conexão entre as disciplinas.



QUARTA-FEIRA (13/05)

ORÇAMENTO, PLANEJAMENTO E COLABORAÇÃO

Veja o detalhamento do orçamento do Projeto HOSPITAL BIM o planejamento de cada etapa do projeto à execução e a integração das disciplinas.

Registrar

Jornada Hospital BIM

CONEXÃO BIM Trimble Bentley

Figura 136 Disseminação Jornada Hospital BIM

- Participação como banca de defesa de trabalho de conclusão de curso como examinadora externa do aluno de graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco. Tema do trabalho: Plano de Execução BIM para o setor de projetos da SINFRÁ- UFPE.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO
Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o(a) Arquiteto(a) e Urbanista **Juliana A. Mizumoto** participou da banca de defesa do Trabalho de Curso, como examinador(a) externo(a), do(a) aluno(a) da Graduação em Arquitetura e Urbanismo desta Universidade:

Aluno (a): **ISABELLA RODRIGUES OLIVEIRA DA SILVA**

Banca: Prof. Max Lira Veras Xavier de Andrade, Presidente e orientador(a) do trabalho, Prof.^a Leticia Teixeira Mendes, Prof. Ney de Brito Dantas e o(a) Arquiteto(a) **Juliana A. Mizumoto**.

Data da Defesa: 02/12/2020

Tema do Trabalho: Plano de execução BIM para o setor de projetos da SINAFRA- UFPE.”

Recife, 02 de Dezembro de 2020.

Assinatura manuscrita em azul, aparentemente de Danielle de Melo Rocha.

Representante do Comitê do TC

Danielle de Melo Rocha

Juliana Cunha Barreto

Natalia Miranda Vieira-de-Araújo

Figura 137 Disseminação Banca UFPE

CAPÍTULO 11. Bibliografia

- Abanda, F. H., Vidalakis, C., Oti, A. H., & Tah, J. H. M. (2015). A critical analysis of Building Information Modelling systems used in construction projects. *Advances in Engineering Software*, 90, 183–201. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.advensoft.2015.08.009>
- Abbas, A., Din, Z. U., & Farooqui, R. (2016). Integration of BIM in Construction Management Education: An Overview of Pakistani Engineering Universities. *Procedia Engineering*, 145, 151–157. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.034>
- Adamu, Z. A., & Thorpe, T. (2016). *How universities are teaching bim: A review and case study from the UK*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84991497560&partnerID=40&md5=f57a45adc7f669958a595b8ee50912ef>
- AEC (UK). (2012). *AEC (UK) BIM Protocol Implementing UK BIM Standards for the Architectural, Engineering and Construction industry*. <https://aecuk.files.wordpress.com/2012/09/aecukbimprotocol-v2-0.pdf>
- AEC UK. (2012). AEC (UK) BIM Protocol. *AEC UK*.
- Ahankoob, A., Manley, K., Hon, C., & Drogemuller, R. (2018). *The impact of building information modelling (BIM) maturity and experience on contractor absorptive capacity*. <https://doi.org/10.1080/17452007.2018.1467828>
- Ahmad, M., Ahmad, A., Demian, P., & Price, A. (2012). *BIM implementation plans: A comparative analysis* (Vol. 1).
- Ahn, Y. H., Kwak, Y. H., & Suk, S. J. (2016a). Contractors' Transformation Strategies for Adopting Building Information Modeling. *Journal of Management in Engineering*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000390](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000390)
- Ahn, Y. H., Kwak, Y. H., & Suk, S. J. (2016b). Contractors' Transformation Strategies for Adopting Building Information Modeling. *JOURNAL OF MANAGEMENT IN ENGINEERING*, 32(1). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000390](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000390)
- Aibinu, A. A., & Papadonikolaki, E. (2020). Conceptualizing and operationalizing team task interdependences: BIM implementation assessment using effort distribution analytics. *Construction Management and Economics*. <https://doi.org/10.1080/01446193.2019.1623409>
- Aibinu, A., & Venkatesh, S. (2014). *Status of BIM adoption and the BIM experience of cost consultants in Australia*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000193](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000193)
- Aksenova, G., Kiviniemi, A., Kocaturk, T., & Lejeune, A. (2019). From Finnish AEC knowledge ecosystem to business ecosystem: lessons learned from the national deployment of BIM. *CONSTRUCTION MANAGEMENT AND ECONOMICS*, 37(6), SI, 317–335.

<https://doi.org/10.1080/01446193.2018.1481985>

Alanne, K. (2016). An overview of game-based learning in building services engineering education. *EUROPEAN JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION*, 41(2), 204–219. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056097>

Ali, K. N., Mustafa, N. E., Keat, Q. J., & Enebuma, W. I. (2016). *Building Information Modelling (BIM) educational framework for quantity surveying students: The Malaysian perspective*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84991510659&partnerID=40&md5=f60522785cce591d6a0cf49c88a42dbb>

Amuda-Yusuf, G. (2018). *Critical success factors for building information modelling implementation*. <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v18i3.6000>

Amuda-Yusuf, G., & Mohamed, S. F. (2015). *Essential features of a building services standard method of measurement in Malaysia*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-06-2013-0060>

Arayici, Y., Egbu, C., & Coates, S. (2012). Building information modelling (BIM) implementation and remote construction projects: issues, challenges, and critiques. In *Electronic Journal of Information Technology in Construction* (Vol. 17).

Authority, M. P. (2015). BIM Guidelines for vertical and horizontal Construction. In *MPS BIM Guidelines*. <https://www.massport.com/media/1143/bim-guide-071715-disc.pdf>

Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. In *Leadership and Management in Engineering* (Vol. 11). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)

Azzouz, A., & Hill, P. (2017). How BIM is assessed using Arup's BIM maturity measure? *Association of Researchers in Construction Management, ARCOM - 33rd Annual Conference 2017, Proceeding*.

Babatunde, S. O., Ekundayo, D., Babalola, O., & Jimoh, J. A. (2018). *Analysis of the drivers and benefits of BIM incorporation into quantity surveying profession: Academia and students' perspectives*. <https://doi.org/10.1108/JEDT-04-2018-0058>

Ballard, G., & Koskela, L. (1998). On the agenda of design management research'. In *Formoso, C.T.*

Banks, J. (2015). *Why BIM is Still Bankrupting Your Firm*. Shoegnome Architect. <http://www.shoegnome.com/2015/12/09/bim-still-bankrupting-firm/>

Barison, M. B., & Santos, E. T. (2011). *The Competencies of BIM Specialists: A Comparative Analysis of the Literature Review and Job Ad Descriptions*. [https://doi.org/10.1061/41182\(416\)73](https://doi.org/10.1061/41182(416)73)

Barison, Maria Bernardete, & Santos, E. T. (2010). An overview of BIM specialists. *Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*.

- BCA - Building and Construction Authority. (2013). Singapore BIM Guide - V2.0. *Corenet*.
- Beard, J. L., Wundram, E. C., & Loulakis, M. C. (2001). *Design-Build: Planning Through Development* (First edit). McGraw-Hill Education.
<https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780070063112>
- Bellido-Montesinos, P., Lozano-Galant, F., Javier Castilla, F., & Antonio Lozano-Galant, J. (2019). Experiences learned from an international BIM contest: Software use and information workflow analysis to be published in: *Journal of Building Engineering. JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING*, 21, 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2018.10.012>
- Blanco Caballero, M., Zulueta Perez, P., Alonso Fernandez-Coppel, I., & Sanchez Lite, A. (2017). Implementation of BIM in the Subject Technical Industrial Projects-Degree in Industrial Technologies Engineering-University of Valladolid. In Munoz, JLA and Blanco, JLY and CapuzRizo, SF (Ed.), *PROJECT MANAGEMENT AND ENGINEERING RESEARCH, AEIPRO 2016* (pp. 247–260). SPRINGER INTERNATIONAL PUBLISHING AG. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51859-6_17
- Börner, K., Chen, C., & Boyack, K. W. (2003). Visualizing knowledge domains. *Annual Review of Information Science and Technology*.
- Bosch-Sijtsema, P. M., Gluch, P., & Sezer, A. A. (2019). Professional development of the BIM actor role. *Automation in Construction*, 97, 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.10.024>
- Bozoglu, J. (2016). *Collaboration and coordination learning modules for BIM education*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84991112105&partnerID=40&md5=f62a423c1f86bf630a7bc61d67e8bad0>
- Bozoglu, Julide, & Arditi, D. (2014). *Advancing BIM in the Construction Management and Engineering Curriculum*.
- British Standards Institution (BSI). (2015). Bs1192:2007 + a1:2015. *BSI Standards Publication*.
- Brochner, J., Haugen, T., & Lindkvist, C. (2019). Shaping tomorrow’s facilities management. *FACILITIES*, 37(7–8, SI), 366–380. <https://doi.org/10.1108/F-10-2018-0126>
- BSI. (2013). PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. *BSI Standards Publication*. <https://doi.org/10.1108/PAS-1192-2-2013-0001>. Published by the British Standard Institute. British Standard Limited. ISSN9780580781360. /BIM TASK GROUP
- BSI. (2014). *PAS 1192-3:2014*. <https://www.bsigroup.com>
- Bu, S., Shen, G., Anumba, C. J., Wong, A. K. D., & Liang, X. (2015). Literature review of green retrofit design for commercial buildings with BIM implication. In *Smart and Sustainable Built Environment*. <https://doi.org/10.1108/SASBE-08-2014-0043>

Building and Construction Authority. (2013). Singapore BIM Guide - Version 2.0. In *Building and Construction Authority*.

BuildingSMART. (2012). *Common BIM Requirements 2012, Version 1.0*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-46787-9>

Cerovsek, T. (2011). A review and outlook for a “Building Information Model” (BIM): A multi-standpoint framework for technological development. *Advanced Engineering Informatics*. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2010.06.003>

Chae, L. S., & Kang, J. (2015a). Understanding of Essential BIM Skills through BIM Guidelines. *51st ASC Annual International Conference*.

Chae, L. S., & Kang, J. (2015b). Understanding of Essential BIM Skills through BIM Guidelines. *51st ASC Annual International Conference*.

Claire Jamieson, Dickon Robinson, John Worthington, C. C. (2011). *The future of Architects?*

Coates, P., Arayici, Y., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C., & O’Reilly, K. (2010). The key performance indicators of the BIM implementation process. *EG-ICE 2010 - 17th International Workshop on Intelligent Computing in Engineering*.

COBIM. (2012a). “*COBIM Common BIM Requirements V20 Series 1 General Part*.”

COBIM. (2012b). *COBIM Series 11: Management of BIM project*.

Comiskey, D., McKane, M., Jaffrey, A., Wilson, P., & Mordue, S. (2017). *An analysis of data sharing platforms in multidisciplinary education*. <https://doi.org/10.1080/17452007.2017.1306483>

Costa, A. A., Azenha, M., Martins, J. P., Pinho, R., Ribeirinho, L., Campos, M., Rodrigues, I., & Reis, R. C. (2020). *BIM nas Autarquias. Guia compreensivo para implementação do BIM*. <https://builtcolab.pt/wp-content/uploads/2020/11/bim-autarquias.pdf>

CT 188(OA). (2014). *Norma Portuguesa 4526 Serviços prestados pelo arquiteto e arquiteto paisagista no âmbito da construção*. Instituto Português da Qualidade IPQ.

Davies, K., Wilkinson, S., & McMeel, D. (2017). A review of specialist role definitions in bim guides and standards. In *Journal of Information Technology in Construction*.

Department of Veterans Affairs. (2010). VA BIM Guide. *BIM-Guide*.

Diário da República. (1973). *Decreto nº 73*. <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/684616/details/normal?q=Decreto+nº+73>

- Diário da República. (1998). *Decreto Lei n.º 176- 3 julho*. <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/176/1998/07/03/p/dre/pt/html>
- Diário da República. (2004a). *Decreto-Lei n.º 12-9 de janeiro*. <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/12/2004/01/09/p/dre/pt/html>
- Diário da República. (2004b). *Decreto de lei n.12-9 Janeiro-Capítulo I Artigo 2*. <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/12/2004/01/09/p/dre/pt/html>
- Diário da República. (2008). *Portaria n.º 701-H- 29 de julho*. <https://data.dre.pt/eli/port/701-h/2008/07/29/p/dre/pt/html>
- Diário da República. (2009a). *Lei n. 31-3 de Julho- Capítulo II Artigo 9*. <https://data.dre.pt/eli/lei/31/2009/07/03/p/dre/pt/html>
- Diário da República. (2009b). *Lei n. 31-3 Julho- Capítulo I Artigo 3*.
- Diário da República. (2009c). *Lei n. 31-3 Julho*. <https://data.dre.pt/eli/lei/31/2009/07/03/p/dre/pt/html>
- Diário da República. (2012a). *Declaração de Retificação n.27-30Maio*. <https://data.dre.pt/eli/declretif/27/2012/05/30/p/dre/pt/html>
- Diário da República. (2012b). *Portaria n. 119-3 abril*. <https://data.dre.pt/eli/port/119/2012/04/30/p/dre/pt/html>
- Diário da República. (2013). *Lei n.º 2-10 de janeiro*. <https://data.dre.pt/eli/lei/2/2013/01/10/p/dre/pt/html>
- Diário da República. (2015a). *Lei n. 40-1 Junho*. <https://data.dre.pt/eli/lei/40/2015/06/01/p/dre/pt/html>
- Diário da República. (2015b). *Lei n. 41-3 Junho*. <https://data.dre.pt/eli/lei/41/2015/06/03/p/dre/pt/html>
- Diário da República. (2015c). *Lei n.º 113-28 de agosto*. <https://data.dre.pt/eli/lei/113/2015/08/28/p/dre/pt/html>
- Diário da República. (2015d). *Regulamento n.º420-16 de junho*. <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/69834362/details/normal?q=diário+da+republica+139%2F2015+ordem+dos+engenheiros>
- Diário da República. (2018). *Lei n.º25- 14 Junho 2018 1ªSérie, n.º113*. <https://data.dre.pt/eli/lei/25/2018/06/14/p/dre/pt/html>
- Digital Infrastructure, F. M. of T. and. (2015). *Road Map for Digital Design and Construction.Introduction of modern, IT-based processes and technologies for the design, construction and operation of assets in the built environment*.

- Ding, L., Zhou, Y., & Akinci, B. (2014). Building Information Modeling (BIM) application framework: The process of expanding from 3D to computable nD. *Automation in Construction*. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.04.009>
- Ding, Z., Zuo, J., Wu, J., & Wang, J. Y. (2015). Key factors for the BIM adoption by architects: a China study. *ENGINEERING CONSTRUCTION AND ARCHITECTURAL MANAGEMENT*, 22(6), 732–748. <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2015-0053>
- Dong, R.-R. (2017). The application of BIM technology in building construction quality management and talent training. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 4311–4317. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00860a>
- Dong, Run-Run, & Martin, A. (2017). Research on Barriers and Government Driving Force in Technological Innovation of Architecture Based on BIM. *EURASIA JOURNAL OF MATHEMATICS SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION*, 13(8), 5757–5763. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01025a>
- Dresch, A., Lacerda, D. P., & Antunes, J. A. V. (2015). Design science research: A method for science and technology advancement. In *Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-07374-3>
- Eastman, C. (2011). BIM Handbook Introduction. In *BIM Handbook, A guide to building information modelling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling For Owners. In *Managers, Architects, Engineers and Contractors*.
- Eastman M, C., Fisher, D., Lafue, G., Lividini, J., Stoker, D., & Yessios, C. (1974). An Outline of the Building Description System. In *Carnegie-Mellon University*.
- EUBIM Task Group. (2016). Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector. In *EUBIM Task Group*.
- Ferrandiz, J., Banawi, A., & Peña, E. (2018). *Evaluating the benefits of introducing “BIM” based on Revit in construction courses, without changing the course schedule*. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0558-4>
- Formoso, C. T., Tzotzopoulos, P., Jobim, M. S. S., & Liedtke, R. (1998). Developing a Protocol For Managing the Design Process in the Building Industry. *Proc. 6th Ann. Conf. Int’l. Group for Lean Construction*.
- Fridrich, J., & Kubečka, K. (2014a). BIM – The Process of Modern Civil Engineering in Higher Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 141, 763–767. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.134>
- Fridrich, J., & Kubečka, K. (2014b). Bim management: The use of gdl language for effective work in bim. *Advanced Materials Research*. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.1020.865>

- Garfield, E. (1979). Is citation analysis a legitimate evaluation tool? *Scientometrics*. <https://doi.org/10.1007/BF02019306>
- Garfield, Eugene. (1955). Citation indexes for science. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.122.3159.108>
- Gegana, A. G. A., & Agirachman, F. A. (2017). File and team management on remotely-worked building information modelling project. *International Conference on Research and Innovation in Information Systems, ICRIS*. <https://doi.org/10.1109/ICRIIS.2017.8002446>
- Gilkinson, N., Raju, P., Kiviniemi, A., & Chapman, C. (2015). Building information modelling: The tide is turning. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Structures and Buildings*. <https://doi.org/10.1680/stbu.12.00045>
- Gluch, P. (2009). Unfolding roles and identities of professionals in construction projects: Exploring the informality of practices. *Construction Management and Economics*. <https://doi.org/10.1080/01446190903179728>
- Gnaur, D., Svidt, K., & Thygesen, M. K. (2015). Developing students' collaborative skills in interdisciplinary learning environments. *International Journal of Engineering Education*.
- Hammi, A., & Bouras, A. (2018). TOWARDS SAFE-BIM CURRICULA BASED ON THE INTEGRATION OF CYBERSECURITY AND BLOCKCHAINS FEATURES. *INTED2018 Proceedings*. <https://doi.org/10.21125/inted.2018.0453>
- Han, A. Y., Hoon, K. Y., & Joon, S. S. (2016). Contractors' Transformation Strategies for Adopting Building Information Modeling. *Journal of Management in Engineering*, 32(1), 5015005. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000390](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000390)
- Hardin, Brave; McColl, D. (2014). BIM and Construction Management - Proven tools, methods, and workflows. In *Igarss 2014*. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Haron, N. A., Soh, R. P. Z. A. R., & Harun, A. N. (2017). Implementation of Building Information Modelling (BIM) in Malaysia: A Review. *PERTANIKA JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 25(3), 661–673.
- Hjelseth, E. (2015a). Integrated Approaches for Implementing Building Information Modelling (Bim) in Engineering Education. *Proceedings of the 8Th International Conference on Engineering and Business Education*.
- Hjelseth, E. (2015b). INTEGRATED APPROACHES FOR IMPLEMENTING BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) IN ENGINEERING EDUCATION. In Grunwald, N and Heinrichs, M (Ed.), *PROCEEDINGS OF THE 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND BUSINESS EDUCATION* (pp. 39–46). UNIV WISMAR.
- Holton, G., Chang, H., & Jurkowitz, E. (1996). How a scientific discovery is made: A case history. *American Scientist*.

- Holzer, D. (2015). Best Practice BIM. In *The BIM Manager's Handbook* (pp. 2–33). <https://doi.org/10.1002/9781118987780.ch1>
- Hong, S. W., & Lee, Y. G. (2018). The Effects of Human Behavior Simulation on Architecture Major Students' Fire Egress Planning. *JOURNAL OF ASIAN ARCHITECTURE AND BUILDING ENGINEERING*, 17(1), 125–132. <https://doi.org/10.3130/jaabe.17.125>
- Hood, W. W., & Wilson, C. S. (2001). The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. *Scientometrics*. <https://doi.org/10.1023/A:1017919924342>
- Howard, R., & Björk, B. C. (2008). Building information modelling - Experts' views on standardisation and industry deployment. *Advanced Engineering Informatics*. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2007.03.001>
- Howard, T. J., Culley, S. J., & Dekoninck, E. (2008). Describing the creative design process by the integration of engineering design and cognitive psychology literature. *Design Studies*, 29(2), 160–180. <https://doi.org/10.1016/J.DESTUD.2008.01.001>
- Hu, M. (2019). *BIM-Enabled Pedagogy Approach: Using BIM as an Instructional Tool in Technology Courses*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000398](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000398)
- Imrie, R., & Street, E. (2011). Architectural Design and Regulation. In *Architectural Design and Regulation*. <https://doi.org/10.1002/9781444393156>
- Indiana University. (2009). Building Information Modeling (BIM): Guidelines and Standards For Architects, Engineers, And Contractors. *Indiana Architech Office*. <https://doi.org/10.1097/ACM.0b013e3181e8dbca>
- International Organization for Standardization (ISO). (2017). ISO/DIS 19650-1 - Part 1: Concepts and Principles. *ISO 2017*.
- Jacobsson, M., & Merschbrock, C. (2018). BIM coordinators: a review. In *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2017-0050>
- Jenkins, P., Forsyth, L., & Smith, H. (2005). Research in UK architecture schools – an institutional perspective. *Architectural Research Quarterly*. <https://doi.org/10.1017/S1359135505000060>
- Jeremy Till. (2017). *Architectural Research: Three Myths and One Model* | ArchDaily. ArchDaily.
- Jin, R., Yang, T., Piroozfar, P., Kang, B.-G., Wanatowski, D., Hancock, C. M., & Tang, L. (2018). *Project-based pedagogy in interdisciplinary building design adopting BIM*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2017-0119>
- Jung, Y., & Joo, M. (2011). Building information modelling (BIM) framework for practical implementation. *Automation in Construction*. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.010>

- Kassem, M., Succar, B., & Dawood, N. (2013). A proposed approach to comparing the BIM maturity of countries| NOVA. The University of Newcastle's Digital Repository. *Proceedings of the CIB W78 2013: 30th International Conference*. <http://novaprd-lb.newcastle.edu.au/vital/access/manager/Repository/uon:15200>
- Koseoglu, O., Sakin, M., & Arayici, Y. (2018). *Exploring the BIM and lean synergies in the Istanbul Grand Airport construction project*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2017-0186>
- Koseoglu, Ozan, Keskin, B., & Ozorhon, B. (2019). Challenges and Enablers in BIM-Enabled Digital Transformation in Mega Projects: The Istanbul New Airport Project Case Study. *BUILDINGS*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/buildings9050115>
- Koskela, L. & Huovila, P. (1997). On Foundations of Concurrent Engineering. *Concurrent Engineering in Construction*, 22–32.
- Kovacic, I., Filzmoser, M., Kiesel, K., Oberwinter, L., & Mahdavi, A. (2015). BIM teaching as support to integrated design practice. *GRADEVINAR*, 67(6), 537–546.
- Lee, G., & Borrmann, A. (2020). BIM policy and management. In *Construction Management and Economics*. <https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1726979>
- Lee, H. W., Oh, H., Kim, Y., & Choi, K. (2015). Quantitative analysis of warnings in building information modeling (BIM). *Automation in Construction*, 51, 23–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.12.007>
- Leite, F. (2016). *Project-based learning in a building information modeling for construction management course*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84991071499&partnerID=40&md5=30dcb47bded9be800c6a640b719669d8>
- Lewis, A. M., Valdes-Vasquez, R., Clevenger, C., & Shealy, T. (2015). *BIM energy modeling: Case study of a teaching module for sustainable design and construction courses*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000230](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000230)
- Li, X., Xu, J., & Zhang, Q. (2017). Research on Construction Schedule Management Based on BIM Technology. *Procedia Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.214>
- Lin, Y. C., & Yang, H. H. (2018). A framework for collaboration management of bim model creation in architectural projects. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*. <https://doi.org/10.3130/jaabe.17.39>
- Lindblad, H., & Vass, S. (2015). BIM Implementation and Organisational Change: A Case Study of a Large Swedish Public Client. *Procedia Economics and Finance*, 21, 178–184. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00165-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00165-3)
- Lindkvist, C. (2015). Contextualizing learning approaches which shape BIM for maintenance. *BUILT ENVIRONMENT PROJECT AND ASSET MANAGEMENT*, 5(3, SI), 318–330.

<https://doi.org/10.1108/BEPAM-03-2014-0018>

- Liu, C., Wang, L., Qian, B., & Liu, Z. (2017). Exploration of Teaching Reform of Water Engineering Construction Courses Based on BIM Technology in China. In Bunning, F and Xiao, X (Ed.), *PROCEEDINGS OF THE 2017 2ND INTERNATIONAL SEMINAR ON EDUCATION INNOVATION AND ECONOMIC MANAGEMENT (SEIEM 2017)* (Vol. 156, pp. 384–387). ATLANTIS PRESS.
- Liu, Y., van Nederveen, S., & Hertogh, M. (2017). Understanding effects of BIM on collaborative design and construction: An empirical study in China. *International Journal of Project Management*, 35(4), 686–698. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.06.007>
- Lopez-Zaldivar, O., Verdu-Vazquez, A., Gil-Lopez, T., & Lozano-Diez, R. V. (2017). The Implementation of Building Information Modeling Technology in University Teaching: The Case of the Polytechnic University of Madrid. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION*, 33(2, A), 712–722.
- Lu, Q., Lee, S., & Chen, L. (2018). Image-driven fuzzy-based system to construct as-is IFC BIM objects. *AUTOMATION IN CONSTRUCTION*, 92, 68–87. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.034>
- Lucas, J. D. (2017). *Identifying Learning Objectives by Seeking a Balance between Student and Industry Expectations for Technology Exposure in Construction Education*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000318](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000318)
- Luo, Y., & Wu, W. (2015). Sustainable Design with BIM Facilitation in Project-based Learning. *Procedia Engineering*, 118, 819–826. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.519>
- Mahamadu, A.-M., Navendren, D., Manu, P., Joseph, R., & Dziekonski, K. (2017). Addressing challenges to building information modelling implementation in UK: designers' perspectives. *Journal of Construction Project Management and Innovation*. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/10520/EJC-af2d94e0b>
- Mahamadu, A. M., Mahdjoubi, L., & Booth, C. A. (2013). Challenges to digital collaborative exchange for sustainable project delivery through building information modelling technologies. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. <https://doi.org/10.2495/SC130461>
- Maina, J. J. (2018). Barriers to effective use of CAD and BIM in architecture education in Nigeria. *INTERNATIONAL JOURNAL OF BUILT ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY*, 5(3), 175–186. <https://doi.org/10.11113/ijbes.v5.n3.275>
- Malone, T. W., & Crowston, K. (1994). The Interdisciplinary Study of Coordination. *ACM Computing Surveys (CSUR)*. <https://doi.org/10.1145/174666.174668>
- Manziona, L. (2013). Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM. *Universidade de São Paulo*. <https://doi.org/10.11606/T.3.2013.tde-08072014-124306>
- March, S. T., & Smith, G. F. (1995). Design and natural science research on information technology. *Decision*

Support Systems. [https://doi.org/10.1016/0167-9236\(94\)00041-2](https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)00041-2)

Massachusetts Port Authority. (2015). Appendix A - MPA BIM USES. In *MPS BIM Guidelines*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Matthews, J., Love, P. E. D., Mewburn, J., Stobaus, C., & Ramanayaka, C. (2018). Building information modelling in construction: insights from collaboration and change management perspectives. *PRODUCTION PLANNING & CONTROL*, 29(3), 202–216. <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1407005>

Mcauley, B., Hore, A., & West, R. (2016). BICP Global BIM Study-Lessons for Ireland’s BIM Programme. *Reports*. <https://doi.org/10.21427/D7M049>

McGraw Hill Construction. (2014). The business value of BIM for construction in major global markets. In *SmartMarket Report*.

Mcgraw Hillconstruction. (2009). *SmartMarket Report: The Business Value of BIM - Getting Building Information Modeling to the Bottom Line*. <https://www.construction.com/>

McLeamy, P. (2004). Collaboration, Integrated Information, and the Project Lifecycle in Building Design and Construction and Operation. *Introduced in the Construction Users Roundtable’s WP-1202.*, 1202.

Melhado, S. B. (1994). Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: Aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. In *Tese de Doutorado*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3884.4000>

Merschbrock, C., & Munkvold, B. E. (2015). Effective digital collaboration in the construction industry – A case study of BIM deployment in a hospital construction project. *Computers in Industry*, 73, 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compind.2015.07.003>

Messner, J., Anumba, C., Dubler, C., Goodman, S., Kasprzak, C., Kreider, R., Leicht, R., Saluja, C., & Zikic, N. (2011). BIM Project Execution Planning Guide - Version 2.1. *BuildingSMART Alliance*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Miettinen, R., & Paavola, S. (2014). Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. *Automation in Construction*, 43, 84–91. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.03.009>

Migilinskas, D., Popov, V., Juocevicius, V., & Ustinovichius, L. (2013). The benefits, obstacles and problems of practical bim implementation. *Procedia Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.04.097>

Mizumoto, J. A., & Costa, A. A. (2018). Implementação BIM em organização para reabilitação urbana. *Construção Magazine*, 48–50. www.construcaomagazine.pt

Mizumoto, J. A., & Oliveira, F. (2020a). Bim Education. A Qualitative Discussion From A Bibliometric Analysis. *ISTCONF- 7th International Conference on Innovation in Science and Technology October*.

<https://www.dpublication.com/wp-content/uploads/2020/09/120-07.pdf>

Mizumoto, J. A., & Oliveira, F. (2020b). BIM strategy: using the project's interdisciplinarity to implement the methodology. *STECONF- 6th International Conference on Modern Approaches in Science, Technology & Engineering*. <https://www.dpublication.com/abstract-of-6th-steconf/5-30014/>

Mizumoto, J. A., & Oliveira, F. (2020c). BIM Educação, uma revisão bibliográfica estruturada. *PTBIM 2020- 3º Congresso Português de Building Information Modelling*, 173–182. <https://doi.org/10.24840/978-972-752-272-9>

Morris, S. A., & Van Der Veer Martens, B. (2008). Mapping research specialties. In *Annual Review of Information Science and Technology*. <https://doi.org/10.1002/aris.2008.1440420113>

Nasila, M., & Cloete, C. (2018). Adoption of Building Information Modelling in the construction industry in Kenya. *ACTA STRUCTILIA*, 25(2), 1–38. <https://doi.org/10.18820/24150487/as25i2.1>

Navendren, D., Manu, P., Shelbourn, M., & Mahamadu, A.-M. (2014). *Challenges to building information modelling implementation in UK: Designers' perspectives*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84911429580&partnerID=40&md5=81ba8f427f53f8b1b634ff888664a7ac>

Nawari, N. O. (2015). The role of BIM in teaching structural design. *Structures Congress 2015 - Proceedings of the 2015 Structures Congress*. <https://doi.org/10.1061/9780784479117.227>

NBS. (2019). National BIM Report 2019. In *National BIM Report 2019 The definitive industry update*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Neves, J., Sampaio, Z., & Vilela, M. (2019). A Case Study of BIM Implementation in Rail Track Rehabilitation. *Infrastructures*. <https://doi.org/10.3390/infrastructures4010008>

Ngowtanawan, G., & Hadikusumo, B. H. W. (2017). System dynamics modelling for BIM adoption in Thai architectural and engineering design industry. *CONSTRUCTION INNOVATION-ENGLAND*, 17(4), 457–474. <https://doi.org/10.1108/CI-03-2016-0018>

Observatory, E. construction sector. (2019). *Building Information Modelling in the UK construction sector*.

Olawumi, T. O., Chan, D. W. M., & Wong, J. K. W. (2017). EVOLUTION IN THE INTELLECTUAL STRUCTURE OF BIM RESEARCH: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING AND MANAGEMENT*, 23(8), 1060–1081. <https://doi.org/10.3846/13923730.2017.1374301>

Paern, E. A., Edwards, D. J., & Sing, M. C. P. (2018). Origins and probabilities of MEP and structural design clashes within a federated BIM model. *AUTOMATION IN CONSTRUCTION*, 85, 209–219. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.09.010>

- Papadonikolaki, E., Verbraeck, A., & Wamelink, H. (2017). *Formal and informal relations within BIM-enabled supply chain partnerships*. <https://doi.org/10.1080/01446193.2017.1311020>
- Park, C. S., Le, Q. T., Pedro, A., & Lim, C. R. (2016). *Interactive Building Anatomy Modeling for Experiential Building Construction Education*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000268](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000268)
- Pärn, E. A., & Edwards, D. J. (2017). Conceptualising the FinDD API plug-in: A study of BIM-FM integration. *Automation in Construction*, *80*, 11–21. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.03.015>
- Parn, E. A., Edwards, D. J., & Sing, M. C. P. (2017). The building information modelling trajectory in facilities management: A review. *AUTOMATION IN CONSTRUCTION*, *75*, 45–55. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.12.003>
- Patino-Cambeiro, F., Bastos, G., Armesto, J., & Patino-Barbeito, F. (2017). Multidisciplinary Energy Assessment of Tertiary Buildings: Automated Geomatic Inspection, Building Information Modeling Reconstruction and Building Performance Simulation. *ENERGIES*, *10*(7). <https://doi.org/10.3390/en10071032>
- Pezeshki, Z., & Ivvari, S. A. S. (2018). Applications of BIM: A Brief Review and Future Outline. *ARCHIVES OF COMPUTATIONAL METHODS IN ENGINEERING*, *25*(2), 273–312. <https://doi.org/10.1007/s11831-016-9204-1>
- Pishdad-Bozorgi, P., Gao, X., Eastman, C., & Self, A. P. (2018). Planning and developing facility management-enabled building information model (FM-enabled BIM). *AUTOMATION IN CONSTRUCTION*, *87*, 22–38. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.12.004>
- PMI. (2013). *Project management body of knowledge (pmbok® guide)*.
- Pruskova, K., & Kaiser, J. (2019). Implementation of BIM Technology into the Design Process Using the Scheme of BIM Execution Plan. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/471/2/022019>
- Puolitaival, T., & Forsythe, P. (2016). Practical challenges of BIM education. *Structural Survey*. <https://doi.org/10.1108/SS-12-2015-0053>
- Rahman, R. A., Alsafouri, S., Tang, P., & Ayer, S. K. (2016). Comparing Building Information Modeling Skills of Project Managers and BIM Managers Based on Social Media Analysis. *Procedia Engineering*, *145*, 812–819. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.106>
- Redmond, A. M., & Alshawi, M. (2018). Applying System Science and System Thinking Techniques to BIM Management. *Proceedings - International Conference on Developments in ESystems Engineering, DeSE*. <https://doi.org/10.1109/DeSE.2017.13>
- RIBA. (2020). *RIBA Plan of work 2020 Overview*. www.ribaplanofwork.com

- Rita Mulcahy's. (2013). *PMP Exam Prep: Rita's Course in a Book for Passing the PMP Exam*. RMC Publications, Inc.
- Roberts, C. J., Parn, E. A., Edwards, D. J., & Aigbavboa, C. (2018). Digitalising asset management: concomitant benefits and persistent challenges. *INTERNATIONAL JOURNAL OF BUILDING PATHOLOGY AND ADAPTATION*, 36(2), 152–173. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-09-2017-0036>
- Rodriguez-Rodriguez, K. Y., & Davila-Perez, J. L. (2016). Framework Development to Introduce BIM into the Civil Engineering Undergraduate Curriculum at the University of Puerto Rico, Mayaguez Campus. In Perdomo-Rivera, JL and Gonzalez-Quevedo, A and Lopez DelPuerto, C and Maldonado-Fortunet, F and Molina-Bas, OI (Ed.), *CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS 2016: OLD AND NEW CONSTRUCTION TECHNOLOGIES CONVERGE IN HISTORIC SAN JUAN* (pp. 68–77). AMER SOC CIVIL ENGINEERS.
- Rogers, E. M. (2003). Diffusion of Innovations, Fifth Edition. In *Social Networks*.
- Rogers, J., Chong, H. Y., & Preece, C. (2015). Adoption of Building Information Modelling technology (BIM): Perspectives from Malaysian engineering consulting services firms. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-05-2014-0067>
- Rowland, I. D., Howe, T. N., & Dewar, M. J. (2014). Vitruvius: 'Ten books on architecture.' In *Vitruvius: "Ten Books on Architecture."* <https://doi.org/10.1017/CBO9780511840951>
- Sacks, R., Gurevich, U., & Shrestha, P. (2016). A review of Building Information Modeling protocols, guides and standards for Large construction clients. In *Journal of Information Technology in Construction*.
- Salleh, H., & Fung, W. P. (2014). Building Information Modelling application: focus-group discussion. *GRADEVINAR*, 66(8), 705–714.
- Sampaio, A. Z. (2015). *The introduction of the BIM concept in civil engineering curriculum*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84921845207&partnerID=40&md5=4606c0a7e40c44cf4d55eb3f1d489cb3>
- Santos, R., Costa, A. A., & Grilo, A. (2017). Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015. *Automation in Construction*, 80, 118–136. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.03.005>
- Saridaki, M., Psarra, M., & Haugbølle, K. (2019). Implementing life-cycle costing: Data integration between design models and cost calculations. *Journal of Information Technology in Construction*.
- Schmidt, F. (2008). Meta-analysis: A constantly evolving research integration tool. *Organizational Research Methods*. <https://doi.org/10.1177/1094428107303161>
- Sebastian, R. (2011). Changing roles of the clients, architects and contractors through BIM. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/09699981111111148>

- Shelbourn, M., Macdonald, J., McCuen, T., & Lee, S. (2017). *Students' perceptions of BIM education in the higher education sector: A UK and US perspective*. <https://doi.org/10.1177/0950422217725962>
- Shou, W., Wang, J., Wang, X., & Chong, H. Y. (2015). A Comparative Review of Building Information Modelling Implementation in Building and Infrastructure Industries. *Archives of Computational Methods in Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s11831-014-9125-9>
- Siebelink, S., Voordijk, J. T., & Adriaanse, A. (2018). *Developing and Testing a Tool to Evaluate BIM Maturity: Sectoral Analysis in the Dutch Construction Industry*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001527](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001527)
- Silva, M. J. F., Salvado, F., Couto, P., & Azevedo, Á. V. e. (2016). Roadmap Proposal for Implementing Building Information Modelling (BIM) in Portugal. *Open Journal of Civil Engineering*. <https://doi.org/10.4236/ojce.2016.63040>
- Singh, S., Chinyio, E., & Suresh, S. (2018). The implementation of stakeholder management and Building Information Modelling (BIM) in UK construction projects. *Proceeding of the 34th Annual ARCOM Conference, ARCOM 2018*.
- Skupin, A. (2004). The world of geography: Visualizing a knowledge domain with cartographic means. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(suppl 1), 5274–5278. <https://doi.org/10.1073/PNAS.0307654100>
- Small, H. (1994). A SCI-Map case study: Building a map of AIDS research. *Scientometrics*. <https://doi.org/10.1007/BF02017225>
- Small, Henry. (1973). Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for Information Science*. <https://doi.org/10.1002/asi.4630240406>
- Small, Henry. (1999). Visualizing science by citation mapping. *Journal of the American Society for Information Science*. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(1999\)50:9<799::AID-ASI9>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(1999)50:9<799::AID-ASI9>3.0.CO;2-G)
- Small, Henry, & Griffith, B. C. (1974). The Structure of Scientific Literatures I: Identifying and Graphing Specialties. *Social Studies of Science*. <https://doi.org/10.1177/030631277400400102>
- Smith, P. (2014). BIM Implementation – Global Strategies. *Procedia Engineering*, 85, 482–492. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.10.575>
- Snyder, G. (2015). *MESH: Integrating BIM, engineering, and fabrication into the architectural design studio*. <https://doi.org/10.1061/9780784479070.004>
- Solnosky, R. L., & Parfitt, M. K. (2015). A curriculum approach to deploying BIM in architectural engineering. *AEI 2015: Birth and Life of the Integrated Building - Proceedings of the AEI Conference 2015*. <https://doi.org/10.1061/9780784479070.057>

- Solnosky, R., Parfitt, M. K., & Holland, R. (2015). *Delivery methods for a multi-disciplinary architectural engineering capstone design course*. <https://doi.org/10.1080/17452007.2014.925418>
- Son, H., Lee, S., & Kim, C. (2015). What drives the adoption of building information modeling in design organizations? An empirical investigation of the antecedents affecting architects' behavioral intentions. *Automation in Construction*, 49, 92–99. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.10.012>
- Sonja Kolarić, Mladen Vukomanović, Dina Stober, Z. D.-A. (2017). Accessing educational approaches to Building Information Modeling (BIM) at construction management master studies in Croatia. *Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette*, 24(4). <https://doi.org/10.17559/tv-20160922083031>
- State, P. (2010). *BIM Project Execution Planning Guide – Version 2.0*. Computer Integrated Construction Research Program. <https://www.bim.psu.edu/>
- Stojanovic, V., Trapp, M., Richter, R., & Döllner, J. (2018). *A service-Oriented approach for classifying 3D points clouds by example of office furniture classification*. <https://doi.org/10.1145/3208806.3208810>
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>
- Succar, B. (2010a). *Building Information Modelling Maturity Matrix*. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-928-1.ch004>
- Succar, B. (2010b). The Five Components of BIM Performance Measurement. *CIB World Congress, Salford, United Kingdom*.
- Succar, B., Sher, W., & Williams, A. (2013). An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application. *Automation in Construction*. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.016>
- Thabet, W., Lucas, J., & Johnston, S. (2016). *A Case Study for Improving BIM-FM Handover for a Large Educational Institution*. <https://doi.org/10.1061/9780784479827.217>
- THE EDITORS, T. (2002). Research responsibilities. *Architectural Research Quarterly*, 6(2), 99–99. <https://doi.org/10.1017/S1359135502001549>
- The Pennsylvania State University. (2013). *BIM Planning Guide for Facility Owners*. <http://bim.psu.edu>
- Thomsom Reuters. (2008). *Whitepaper Using Bibliometrics : A guide to evaluating research performance with citation data*. http://ips.clarivate.com/m/pdfs/325133_thomson.pdf
- Tomasowa, R. (2015). BIM design collaboration report: In student's perspective. *CAADRIA 2015 - 20th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia: Emerging Experiences in the Past, Present and Future of Digital Architecture*.

- Turk, Ž. (2016). Ten questions concerning building information modelling. *Building and Environment*, 107, 274–284. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.08.001>
- Tzortzopoulos, P., & Formoso, C. (1999). Considerations on application of lean construction principles to design management. *Proceedings IGLC-7*.
- Uhm, M., Lee, G., & Jeon, B. (2017). An analysis of BIM jobs and competencies based on the use of terms in the industry. *Automation in Construction*, 81, 67–98. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.06.002>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2014). Visualizing Bibliometric Networks. In *Measuring Scholarly Impact*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_13
- Van Eck, N. J., Waltman, L., Dekker, R., & Van Den Berg, J. (2010). A comparison of two techniques for bibliometric mapping: Multidimensional scaling and VOS. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. <https://doi.org/10.1002/asi.21421>
- van Nederveen, G. A., & Tolman, F. P. (1992). Modelling multiple views on buildings. *Automation in Construction*. [https://doi.org/10.1016/0926-5805\(92\)90014-B](https://doi.org/10.1016/0926-5805(92)90014-B)
- Vandecasteele, F., Merci, B., & Verstockt, S. (2017). Fireground location understanding by semantic linking of visual objects and building information models. *Fire Safety Journal*, 91, 1026–1034. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2017.03.083>
- Walasek, D., & Barszcz, A. (2017). Analysis of the Adoption Rate of Building Information Modeling [BIM] and its Return on Investment [ROI]. *Procedia Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.144>
- Waltman, L., van Eck, N. J., & Noyons, E. C. M. (2010). A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. *Journal of Informetrics*. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.07.002>
- Wang, L., & Leite, F. (2014). *Process-oriented approach of teaching building information modeling in construction management*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000203](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000203)
- Wang, P., Wu, P., Wang, J., Chi, H.-L., & Wang, X. (2018). A Critical Review of the Use of Virtual Reality in Construction Engineering Education and Training. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH*, 15(6). <https://doi.org/10.3390/ijerph15061204>
- Wang, S.-H., Wang, W.-C., Wang, K.-C., & Shih, S.-Y. (2015). Applying building information modeling to support fire safety management. *Automation in Construction*, 59, 158–167. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.02.001>

- Wetzel, E M, Thabet, W. Y., & Jamerson, W. E. (2018). *A case study towards transferring relevant safety information for facilities maintenance using BIM*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85044099100&partnerID=40&md5=32d57c3af120add3f66eed35c248ebde>
- Wetzel, Eric M., & Thabet, W. Y. (2015). The use of a BIM-based framework to support safe facility management processes. *Automation in Construction*. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.09.004>
- Wetzel, Eric M, & Thabet, W. Y. (2015). The use of a BIM-based framework to support safe facility management processes. *AUTOMATION IN CONSTRUCTION*, 60, 12–24. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.09.004>
- Williams, G., Gheisari, M., Chen, P.-J., & Irizarry, J. (2015). BIM2MAR: An Efficient BIM Translation to Mobile Augmented Reality Applications. *JOURNAL OF MANAGEMENT IN ENGINEERING*, 31(1, SI). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000315](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000315)
- Williams, G., Gheisari, M., Chen, P. J., & Irizarry, J. (2014). BIM2MAR: An efficient BIM translation to mobile augmented reality applications. *Journal of Management in Engineering*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000315](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000315)
- Wu, C., Zarrinmehr, S., Asl, M. R., & Clayton, M. J. (2015). Facilitating Fire and Smoke Simulation Using Building Information Modeling. In Celani, G and Sperling, DM and Franco, JMS (Ed.), *COMPUTER-AIDED ARCHITECTURAL DESIGN: THE NEXT CITY - NEW TECHNOLOGIES AND THE FUTURE OF THE BUILT ENVIRONMENT, CAAD FUTURES 2015* (Vol. 527, pp. 366–382). SPRINGER-VERLAG BERLIN. https://doi.org/10.1007/978-3-662-47386-3_20
- Wu, T.-H., Wu, F., Liang, C.-J., Li, Y.-F., Tseng, C.-M., & Kang, S.-C. (2019). A virtual reality tool for training in global engineering collaboration. *UNIVERSAL ACCESS IN THE INFORMATION SOCIETY*, 18(2, SI), 243–255. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0594-0>
- Wu, W., & Hyatt, B. (2016). Experiential and Project-based Learning in BIM for Sustainable Living with Tiny Solar Houses. *Procedia Engineering*, 145, 579–586. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.047>
- Wu, W., Li, W., Law, D., & Na, W. (2015). Improving Data Center Energy Efficiency Using a Cyber-physical Systems Approach: Integration of Building Information Modeling and Wireless Sensor Networks. *Procedia Engineering*, 118, 1266–1273. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.481>
- Wu, W, & Issa, R. R. A. (2014). *BIM education and recruiting: Survey-based comparative analysis of issues, perceptions, and collaboration opportunities*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000186](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000186)
- Wu, W, & Luo, Y. (2016). *Pedagogy and assessment of student learning in BIM and sustainable design and construction*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84991108322&partnerID=40&md5=5624fe57e850411fc5b962ef18dcd6f9>
- Wu, W, Mayo, G., McCuen, T. L., Issa, R. R. A., & Smith, D. K. (2018a). *Building Information Modeling Body of Knowledge. I: Background, Framework, and Initial Development*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001518](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001518)

- Wu, W., Mayo, G., McCuen, T. L., Issa, R. R. A., & Smith, D. K. (2018b). *Building Information Modeling Body of Knowledge. II: Consensus Building and Use Cases*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001536](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001536)
- Wu, Wei, & Issa, R. R. A. (2014). Key issues in workforce planning and adaptation strategies for BIM implementation in construction industry. *Construction Research Congress 2014: Construction in a Global Network - Proceedings of the 2014 Construction Research Congress*. <https://doi.org/10.1061/9780784413517.0087>
- Wu, Y.-W., Wen, M.-H., Chen, C.-M., & Hsu, I.-T. (2016). An Integrated BIM and cost estimating blended learning model - acceptance differences between experts and novice. *EURASIA JOURNAL OF MATHEMATICS SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION*, 12(5), 1347–1363.
- Xu, J., Jin, R., Piroozfar, P., Wang, Y., Kang, B.-G., Ma, L., Wanatowski, D., & Yang, T. (2018). Constructing a BIM Climate-Based Framework: Regional Case Study in China. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(11). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001568](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001568)
- Yusuf, B. Y., Ali, K. N., & Embi, M. R. (2016). Building Information Modeling as a Process of Systemic Changes for Collaborative Education in Higher Institution. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 219, 820–827. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.072>
- Zamora-Polo, F., Luque-Sendra, A., Aguayo-Gonzalez, F., & Sanchez-Martin, J. (2019). Conceptual Framework for the Use of Building Information Modeling in Engineering Education. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION*, 35(3), 744–755.
- Zhang, J., Schmidt, K., & Li, H. (2016). BIM and sustainability education: Incorporating instructional needs into curriculum planning in CEM programs accredited by ACCE. *Sustainability (Switzerland)*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/su8060525>
- Zhang, J., Wu, W., & Li, H. (2018). *Enhancing Building Information Modeling Competency among Civil Engineering and Management Students with Team-Based Learning*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000356](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000356)
- Zhang, J., Xie, H., & Li, H. (2016). *Exploring the cognitive structure and quality elements: Building information modeling education in civil engineering and management*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84992740404&partnerID=40&md5=fad9c59c3692aa68bf9ffdc97cb58b59>
- Zhang, J., Xie, H., & Li, H. (2017). *Competency-based knowledge integration of BIM capstone in construction engineering and management education*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85037747663&partnerID=40&md5=35407355f2f7f25430e1154425507577>
- Zou, P. X. W., Xu, X., Jin, R., Painting, N., & Li, B. (2019). *AEC Students' Perceptions of BIM Practice at Swinburne University of Technology*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000410](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000410)
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>

Anexo 2

Resultados do inquérito com professores. Registo das entrevistas com os docentes.

- 1) Na sua perceção, é necessária uma adaptação do ensino para as habilidades digitais exigidas pelo mercado? Se sim, como entende que a complementação deve ser feita, no sentido de reformulação de módulos para inclusão de novos conteúdos, ou em pós-graduação (pós, mestrado integrado).
 - Sim. No mestrado integrado.
 - Deve haver uma adaptação gradual complementar sem alteração dos módulos já existentes.
 - Penso que deve ser introduzido paulatinamente sem esquecer que se trata apenas de mais uma ferramenta de trabalho, com as ferramentas não se pensa, executa-se. O mais importante é que o estudante aprenda a pensar por ele e isso não se faz com ferramentas, mas com um vocabulário gráfico para perceber como se produzem as imagens decorrentes do pensamento.
 - A relação entre universidade e mercado é importante. Mas nem tudo o que o mercado pretende é necessariamente interessante para a universidade. Também se deve colocar a questão ao contrário. Na universidade produz-se conhecimento (ver DFL) que o mercado e a indústria têm interesse.
 - Mais uma vez, quando aparecem novas metodologias e ferramentas, é normal que sejam testadas através de unidades curriculares opcionais. Outra hipótese é a formação pós-graduada. Mas o ideal é que, em tempo útil, as direcções e gestões dos cursos se apercebam da necessidade de se actualizarem e de introduzirem novos conteúdos. Isso pode ser feito dentro a estrutura curricular existente ou através da sua revisão.
- 2) Enxerga alguma mudança organizacional motivada pela inserção de ferramentas digitais de projeto? Por exemplo, na busca dos alunos em produzir no mestrado ou doutoramento temas relacionados à tecnologia ou ao uso de ferramentas digitais.
 - Sim.
 - Sim
 - Não sei

- É uma minoria.
 - Não particularmente. Há alguns casos, mas não é a regra.
- 3) No seu campo de trabalho (departamento ou disciplina), há abertura ou existência de programas que incentivem a participação da indústria na formação dos alunos? No sentido de trabalhar os projetos com dados de necessidades práticas do mercado ou até mesmo programas com a participação de empresas para estudos de caso reais.
- Não.
 - Sim
 - Não
 - Julgo ser essa uma proposta para a investigação, neste caso conduzida pelo DFL na minha Faculdade. A aproximação à realidade da construção é realizada profundamente como referi (regulamentos, certificação, custo, otimização, coerência, etc)
 - Sim, parcialmente. Normalmente procura-se que os casos práticos resultem de uma necessidade real.
- 4) No campo das atividades dos alunos, há na o incentivo de desenvolver os trabalhos considerando diversas fases do ciclo de vida de um projeto e atividades interdisciplinares?
- Sim.
 - Sim
 - Não sei
 - Sim, totalmente. Isso é levado até ao limite no 3º e 4º anos.
 - Essa questão será mais adequada para um professor de Projecto.
- 5) Há incentivo de uso de ferramentas digitais auxiliares de projeto ou colaboração? Ex: novos plugins para análises de energia, circulação, plataforma colaborativa para entrega das atividades teóricas e troca de informações entre as equipas em situações que uma equipa produza informações para complementação da próxima.
- Sim.
 - Não entendo o contexto da pergunta.
 - Não sei

- Nas UC's de construção
 - Não particularmente. Será algo a explorar.
- 6) Há incentivo à interdisciplinaridade? Como avalia o fluxo de informações entre as disciplinas no sentido de se complementarem ou não, de existir um incentivo à interação.
- Sim. Bastante positivo.
 - Sim
 - O desenho à mão livre é das disciplinas que mais contribui para o desenvolvimento do pensamento arquitectónico e como tal é utilizado transversalmente nas distintas disciplinas
 - Sim. Mas não sei de o BIM será, no imediato, o tópico mais urgente. Até porque tenho muitos alunos que trabalham no estrangeiro em BIM, onde se adaptaram rapidamente com a experiência dos ateliers.
 - Poderia haver mais, principalmente no contexto do BIM. Por exemplo no desenvolvimento de metodologias de colaboração entre disciplinas (arquitectura, engenharias.) o que se poderia traduzir na experimentação da articulação de modelos de várias especialidades, em testes de colisões entre modelos, etc.
- 7) No âmbito das exigências de concursos de obras públicas, observa preparo dos alunos para esse tipo de enfrentamento futuro?
- Não. Infelizmente ainda não está devidamente divulgado e trabalhado nos meios académicos.
 - Cada vez mais.
 - Não sei
 - Não são os alunos, mas os gabinetes de arquitectura que devem estar preparados.
 - Tenho pouca experiência nessa matéria. Porém, penso que não. Mas também não me parece que faculdade seja o lugar certo para isso. Pelo menos não ao nível da graduação. Talvez em estudos pós-graduados ou especializações.
 - Há o incentivo de expor os alunos a tópicos sobre gestão de projetos? Se sim, como isso é abordado?

- Através de exemplos práticos.
 - Sim. Através da exposição de casos práticos e partilha de experiências.
 - Não sei
 - Claro. Nas UC's de construção e algumas opcionais.
 - Sim, no contexto das metodologias de digitalização 3D, como forma de modelar a realidade existente.
- 8) Há o incentivo de praticar a retroalimentação por meio de lições aprendidas entre os docentes? Ex: troca de experiências práticas com os alunos, divulgação de resultados de projetos e evolução que tenham acontecido por colaboração.
- Sim.
 - Sim
 - não sei
 - Não conheço
 - Sim. Por norma, nos anos subsequentes é costume apresentar os trabalhos realizados em anos anteriores.
 - No contexto dos últimos anos, houve alteração de processos de trabalho ou inclusão de ferramentas relacionadas ao BIM na sua disciplina?
 - Não.
 - O elencar de tarefas e gestão das mesmas em termos de tempo e custo de execução é ensinado numa disciplina que dou em 3º Ciclo - Fundamentos de Matemática para Computação.
 - Nos últimos anos não tenho lecionado projeto de arquitetura
 - Não, mas considero vir a trilhar também este caminho.
 - Não. Tendo em conta a estrutura do curso e os tempos relacionados com a aprendizagem das tecnologias digitais a disciplina comporta uma iniciação à computação com primeira abordagem à programação para sem seguida passar ao desenho técnico assistido por computador em 2D dando suporte às disciplinas de projeto no âmbito da representação de Plantas Cortes e Alçados passando depois para o tratamento gráfico da imagem para tal a disciplina dispõe de 42h lecionadas. Numa segunda disciplina passamos à tridimensionalidade com entendimento das

geometrias platônicas e booleanas para em seguida passar à renderização e vídeo, sendo que esta disciplina também dispõe de 42h lecionadas.

- sim
- Não conheço o BIM
- Apenas no 4º ano é forçado o desenvolvimento de trabalho em contexto BIM para um propósito específico. Nos restantes anos tal não é implementado. A meu ver infelizmente.
- Não. Quanto à actividade disciplinar da arquitectura, enquanto profissão, verifica-se uma pressão constante para a migração para esse tipo de ferramentas por exemplo logo em fase de licenciamento de projectos.
- Sim.
- Não
- não
- Sim. Tem-se vindo a fazer referência e a introduzir o processo de scan-to-BIM.

9) Entende como necessidade a criação ou adaptação do modulo de ensino atual do seu departamento ou disciplina (novos temas ou novas atividades) por conta das ferramentas digitais ou interesse dos alunos em fazer (projetar, estudar ou produzir) de outras formas?

- Sim. É fundamental. O curso necessita urgentemente de fazer a transição para a era digital, essencial ao exercício da profissão hoje em dia.
- Sim, e já tento fazê-lo principalmente ao nível do 3º Ciclo. No 1º ciclo ensino o uso do software Microsoft Excel que só por si já é uma ferramenta essencial para um profissional de Arquitectura.
- Concordo totalmente que é não só necessário, como prioritário. O BIM está a revolucionar o próprio modo como se ensina projeto, construções, tecnologias, etc.
- Talvez.
- Não
- com foco na implementação do BIM enquanto sistema de planeamento obrigatório para licenciamento de projetos. o Tema da adaptação não passa por ferramentas, essas dominam-se com o tempo de prática que é independente do professor universitário. Se queremos implementar um

sistema totalmente controlado pelo promotor e ao serviço da economia da construção é necessária uma reestruturação completa do ensino da arquitetura. Antes de fazer isso é preciso perceber se é isso que queremos que a arquitetura seja. A arquitetura terá de passar a ser compreendida como um serviço integrado num grupo de especialidades ao serviço de um plano de negócios.

- sim, considero necessário
 - Sim, cada vez mais se utiliza um sistema misto entre as ferramentas tradicionais manuais e novas ferramentas digitais
 - Entendo que existe a necessidade de criar ou adaptar o ensino a esta realidade. Mesmo aplicada em larga escala às UC's possíveis no DTAUD seria insuficiente para se fomentar uma cultura BIM. Esta matéria deveria ser estrutural no curso e tocar vários departamentos. A produção de conteúdos por parte dos alunos é influenciada pela forma como estes são conduzidos a produzir arquitetura por parte dos seus professores (existe uma metodologia inerente). Para mudar de paradigma implica que os seus professores entendam o paradigma BIM: correndo o risco de ser injusto, sinto que alguns não o entendem.
 - Não. Essa possibilidade deve ser oferecida como módulos opcionais, sobretudo no 2º ciclo de estudos.
 - Sim.
 - Sim
 - Sim, mas isso não significa que a aprendizagem do desenho à mão livre deixe de ser importante no modo de actuar e pensar o projecto
 - A atualização deve ser permanente. Contudo, deve atender-se que os alunos nem com CAD sabem trabalhar. E é aí que aprendem os primeiros processos de organização digital e alguma colaboração.
 - Sim, essa reflexão deve ser feita. Por vezes existe um corpo teórico excessivamente parcelado e pouco integrado. Um dos investimentos a fazer é na integração.
- 10) Em relação à atmosfera BIM, a percepção e adaptação dos alunos às ferramentas digitais é uma preocupação na sua disciplina? Houve alteração na métrica de avaliação por conta da possibilidade de uso de ferramentas? Ex:

níveis de detalhamento de projeto ou exigência maior na colaboração entre equipas.

- Não.
- A coordenação e integração de especialidade tem sido solicitada a partir do 3º ano. O que está correcto.
- É uma preocupação mas em disciplinas que leciono no 3ºciclo.
- Dado não estar a lecionar projeto de arquitetura nos últimos anos, não posso responder a esta questão.
- as unidades curriculares que se encontram sob minha coordenação directa são no 2º e 3º trimestres, onde os alunos ainda não se encontram familiarizados com ferramentas digitais
- Ainda não.
- O BIM é de interesse numa disciplina que surja na sequência do programa estabelecido nestas duas. Para introdução ao BIM tem de existir instrução sobre os sistemas de representação, desenho técnico e domínio da modelação tridimensional. Com estas bases o salto para uma ferramenta digital BIM será um processo natural.
- sim
- Não conheço o BIM
- Nas UC's que leciono acima do 2º ano - 1º semestre exijo que os trabalhos sejam executados de forma digital, de outra forma não é temporalmente possível finalizar os exercícios propostos. Infelizmente, o desconhecimento no 2º, 3º e 4º ano dos cursos invalida a utilização de uma ferramenta BIM e seu potencial, o que não permite ser mais incisivo nesta questão. Mesmo o domínio de uma ferramenta CAD é deficitária.
- Sim.
- Sim
- Não
- Não tenho conhecimento, em ambiente académico, de os estudantes usarem BIM

- Sim. A utilização de ferramentas digitais é, mais que uma preocupação, um facto consumado (em particular nos anos mais avançados e nas UCs optativas). Portanto, a segunda parte da questão nem se coloca.
- 11) Qual a sua perceção da cultura BIM e implementação como metodologia de trabalho na faculdade de arquitetura? É uma realidade? Quais seriam os fatores críticos de disseminação?
- Embora os alunos devam aprender a trabalhar em BIM, esta aprendizagem deve ser autónoma relativamente às disciplinas de laboratório de projecto.
 - Sei que se ensina, mas não tenho noção se é muito aplicada.
 - A cultura BIM ainda não é muito disseminada e aplicada nas unidades curriculares de projeto de arquitetura, sendo sobretudo abordada e aplicada em unidades curriculares de docentes da área de tecnologias, ou de docentes com grande prática de arquitetura. Penso que um dos principais passos a dar seria na formação de docentes em BIM, dado que em muitos países já se fala na obrigatoriedade de aplicar o BIM.
 - Parece-me uma realidade ainda muito pouco utilizada na FAUL. A sua disseminação depende da alteração do ensino centrado em Autocad que é uma ferramenta muito limitada e com um atraso de 30 anos. A actual obsessão em ferramentas do tipo paramétrico/gramáticas da forma afastam-se do que é o trabalho de arquitectura e é também um óbice ao desenvolvimento dos instrumentos BIM que estão mais directamente ligados à actividade de arquitectura.
 - Estas técnicas estão em evolução permanente. Considero que deve ser antes de mais fornecido ao estudante métodos e conhecimentos que lhe permitam acompanhar e adaptar as vantagens num cenário mais vasto
 - A metodologia BIM toca várias vertentes do projecto e se tem algumas vantagens também apresenta alguns problemas (a meu ver, defeitos). A alteração das metodologias de projecto, aliadas aos interesses comerciais das casas de software, provavelmente conduzirão a uma aplicação do BIM de modo efectivo no futuro, no entanto, se esta metodologia permite um maior conhecimento transversal do projecto, ao nível de todas as especialidades intervenientes, também leva a um desaparecimento do diálogo de coordenação de projecto e obra, na discussão dessas especialidades, diálogo

esse muito útil ao arquitecto naquilo que é a sua aprendizagem como coordenador: o arquitecto é efectivamente um coordenador. Por outro lado, o BIM leva a uma enorme eficácia no desenho de projecto, afastando o arquitecto da sua obra: fica tudo definido em projecto pelo que o arquitecto não tem necessidade de se deslocar à obra, e, é tudo projectado apenas por imaginações e não pelo contacto visual do arquitecto com o objecto construído.

- A cultura BIM é anglo-saxónica. Na filosofia anglo-saxónica a economia do projeto bem como a otimização da solução vem antes de qualquer outro fator de carácter subjetivo, como seja a estética. A cultura BIM é uma metodologia de trabalho. As bases do ensino da arquitetura que se encontram refletidas no programa do curso da faculdade de arquitetura não podem promover uma metodologia de trabalho e sim desenvolver a capacidade de raciocínio sobre o tema da arquitetura para que o aluno seja capaz de optar pelas ferramentas ou metodologias que melhor servirem os seus interesses no futuro mercado de trabalho. Formatar o ensino ao serviço de uma metodologia é mau ensino uma vez que não se cria a flexibilidade mental para qualquer outra metodologia que a substitua. Nesse sentido o conteúdo programático de um curso numa universidade não deverá estar nunca condicionada por qualquer sistema que o mercado queira impor.
- A utilização do BIM ainda não é uma cultura na FA, que em muitos casos tem um ensino de qualidade, mas muito clássico, não incorporando metodologias projetuais e ferramentas fundamentais para responder aos desafios da arquitetura
- Não conheço o BIM
- Não existe implementação de uma cultura BIM na Faculdade. Existem aportes isolados por parte de alguns docentes (claro foco para docentes do DTAUD e DDCG) sobre esta temática. Estes aportes são insuficientes para fomentar uma cultura BIM, uma vez que este assunto é transversal a um conjunto de UC's que sobre este tema são "omissas". A meu ver, a introdução do conceito BIM numa fase inicial do curso (2º ano - 1º semestre) e uma pressão por parte do corpo docente, nomeadamente UC de Projeto, seria decisiva para os alunos absorverem não apenas os conceitos inerentes, mas

também a ferramenta (software) que possibilitasse o desenvolvimento BIM, em detrimento de uma ferramenta CAD generalista.

- Ainda não. As tecnologias BIM para serem plenamente aplicáveis e produzirem a melhoria de rendimento esperada, pressupõem um conhecimento integral dos parâmetros do projecto - situação que está ainda distante para os alunos.
- É uma realidade muito ténue. Fazer parte dos currículos obrigatórios dos cursos.
- Está a acontecer paulatinamente.
- Não sei
- Os gabinetes comecem a usar o BIM. Para que essa aprendizagem passe para a academia. Tal como aconteceu com o CAD.
- Ainda não é uma realidade perfeitamente estabelecida. É um tema que vai sendo explorado em algumas unidades optativas, e em alguns trabalhos de investigação como este, por exemplo. Mas penso que, informalmente, há alunos que têm adoptado a metodologia por sua iniciativa própria.

12) Reconhece em alguma outra faculdade de arquitetura uma referência de boas práticas sobre ensino que incluam o BIM?

- Em pormenor, não. É importante os alunos aprenderem a trabalhar em BIM
- Não.
- Universidade Estadual de Campinas, Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Feevale, USP, Universidade Federal de Rio Grande do Sul
- Zurich
- Apenas escolas estrangeiras
- Não.
- Em Portugal a universidade Lusófona aposta muito no ensino do BIM para captação de alunos
- Sim, na Universidade do Minho
- Não conheço o BIM
- Em Portugal não conheço.
- Não.
- Não.

- Sim
- não sei
- Não.
- Sim. Veja a FAUP. Contacte o Prof. Nuno Lacerda Lopes.

13) Qual a sua visão sobre o novo tipo de profissional (de arquitetura) exigido pelo mercado de trabalho da construção? Entende que há um novo profissional ou tem outra interpretação sobre isso?

- A grande diferença face ao passado reside no incremento da responsabilização civil dos actos próprios do exercício da arquitectura e numa excessiva complexidade, quantidade e por vezes incompatibilidade da legislação aplicável aos projectos de arquitectura.
- Há ferramentas que devem ser usadas para melhorar o trabalho do profissional.
- Penso que não há um novo tipo de profissional, apenas o perfil do profissional de arquitectura evoluiu, acompanhou as tecnologias e desafios do mercado.
- Não creio que haja um novo tipo de profissional. Há apenas algumas ferramentas que passaram a fazer parte da profissão a partir de 1990. +/-.
- Deve ser uma missão das nossas escolas adequarem-se às exigências de um mercado de trabalho cada vez mais competitivo e especializado
- Entendo que haja um novo profissional na medida em que haverá um novo técnico especialista na utilização de um novo instrumento de trabalho: o Archicad ou o Revit. O arquitecto projectista poderá sempre dedicar-se apenas a desenhar, entregando as suas ideias para outros desenharem.
- O mercado exige atualmente a capacidade de gestão de recursos económicos e humanos mais que o desenho de espaço. Obriga-se a uma capacitação profissional que não é em nada compatível com o modelo atual de ensino da arquitectura que se baseia apenas em ergonomia, geometria e forma sem uma forte componente de gestão de projeto e domínio da tecnologia.
- Há um novo profissional
- Não se aplica a Design de Moda
- Entendo que existem múltiplos profissionais. O paradigma do arquiteto autor de esboços para outros passarem a limpo está a definir. A

multidisciplinaridade dentro de uma equipa de arquitetura (mesmo dentro de um atelier) é hoje evidente. Com frequência vemos arquitetos que se especializam em "visualização", "construção", "Gestor de Projeto", "documentação e instrução", "projeto de execução", "investigação", "valorização imobiliária", "património", entre outros. Ora o BIM é um elemento comum entre todas estas "especializações". Ou seja, o arquiteto que não domine o conceito BIM e pelo menos uma das suas ferramentas, fica limitado no seu âmbito e ação profissional estando claramente desatualizado face a outras profissões que atuam na construção e gestão de edifícios.

- Não existe um novo tipo de profissional procurado pelo mercado. Existem sim novas modalidades de exercer a arquitectura, por exemplo, mais dependente de empresas construtoras em processos de contratação pública concepção / construção. Existem também muito mais exigências disciplinares e técnicas, com uma burocracia crescente, conforme a arquitectura e a regulamentação se complexificam.
- Claramente os profissionais de arquitectura tiveram de se adaptar às novas tecnologias não sendo mais os ambientes de trabalho iguais aos de há dez anos atrás.
- Não há um novo tipo de profissional. As ferramentas é que são outras.
- não sei
- Não há um novo profissional. O "core" do arquiteto é o mesmo e vai continuar. O BIM impõe-se como processo coerente de coordenação entre os diferentes agentes e de garantia das soluções adoptadas. Mas isto é uma tarefa secundária no projeto arquitectónico, conduzida pelos gabinetes com especialistas. Com o CAD foi o mesmo, mas não gerou um novo profissional!
- Tal como em todas as épocas, aparecem tecnologias e métodos de trabalho novos que transformam as práticas profissionais. As metodologias BIM são um exemplo. Não vejo que haja uma disrupção. Veja mais as coisas como um processo de continuidade em que as ferramentas disponíveis vão sendo mais ou menos adoptadas.

14) Espaço para alguma colocação que entenda como pertinente para essa Investigação.

- Sim. É importante os alunos aprenderem a trabalhar em BIM durante o curso, provavelmente no 2º ciclo.
- A importância do pensamento algorítmico para poder definir de forma mais exaustiva as tarefas a executar.
- Esta investigação pode vir a ajudar a diminuir o GAP existente entre a Academia na área da Arquitetura, sobretudo da prática da Arquitetura, e as Empresas.
- Falta de elementos
- o Prof Francisco Oliveira terá toda a autoridade enquanto arquitecto com comprovada experiência profissional e como orientador para lhe fornecer mais tópicos de reflexão e análise
- .
- A que escala faz sentido a filosofia BIM. Para o investimento público faz todo o sentido sendo que será necessário um investimento extra na manutenção para a atualização permanente dos modelos. Será que fará sentido na arquitetura de autor a pequena, média escala, de projeto a ser executados por micro empresas prestadoras de serviços de arquitetura tendo em conta os valores de referência para honorários de projeto?
- Introduzir o ensino e a prática do BIM como obrigatória na formação do arquiteto
- Não conheço o BIM
- Não sei se interpreto corretamente este campo, mas respondo: Dada a curva de aprendizagem e interiorização do conceito e softwares associados, seria importante implementar o mais cedo possível para que numa fase final do curso exista algum conforto no manuseamento da ferramenta e uma interiorização do conceito para o poder cruzar com outras especialidades na área da construção.
- ...
- -
- Não percebi a pergunta.

- no 4º e 5º ano
- Sim, é pertinente, tal como explicado no vídeo.
- Há que questionar se o BIM é apenas uma ferramenta ou se, na verdade, pode considerar-se como um corpo de conhecimentos com uma teoria própria e autónoma (sem prejuízo de estar em estreita articulação com campos disciplinares já instituídos como a arquitectura, as engenharias, etc). Esta é uma questão importante para a afirmação do BIM como disciplina.

Anexo 3

Inquérito dos estudantes.

	ALUNOS	DOCENTES
1	Nome da Instituição onde está sendo aplicado este inquérito:	Nome da Instituição onde está sendo aplicado este inquérito:
2	Qual a sua idade?	Departamento de atuação
3	Qual sua área de estudo?	Qual a sua idade?
4	Nível acadêmico atual	Experiência como docente
5	Nome da Instituição onde está sendo aplicado este inquérito:	Experiência em prática profissional com arquitetura (não acadêmica)
6	País onde estuda ou trabalha originalmente	Conhece a metodologia BIM?
7	Conhece a metodologia BIM?	Anos de experiência com BIM (uso de software ou trabalho profissional)
8	Anos de experiência com BIM (uso de software ou trabalho profissional)	
9	Em qual área da profissão pretende trabalhar ou já trabalha?	
	Para as seguintes atividades, marque o profissional que entende como principal responsável e apto à tal atividade. Não há resposta certa ou errada, não trata de hierarquia de cargo. As atividades ocorrem num ambiente desde planeamento de empreendimento, projeto, execução acompanhamento pós obra e realizadas dentro da metodologia BIM	Indicar se entende como pertinente que os alunos sejam incentivados a desenvolver habilidades ou até mesmo ter capacitação durante o curso de Arquitetura para a compreensão das relações e execução das seguintes atividades:
	Alternativas: 1) Arquiteto, 2) Engenheiro, 3) Ambos/Indiferente	Alternativas: 1) Sim, é pertinente ao curso de Arquitetura, 2) Não é pertinente ao curso de Arquitetura, 3) É pertinente à Arquitetura, mas na pós-graduação (após mestrado integrado).

	Questões Aplicadas para ambos os grupos
1	Avaliar a rede de infraestrutura para coordenação de projetos do cliente.
2	Analisar e verificar os documentos recebidos no concurso de projeto.
3	Verificar compatibilização de projetos em concurso.
4	Execução dos documentos que serão exigidos para a construtora sobre o modelo digital, plano de ataque do projeto.
5	Executar a atualização dos documentos de projeto na plataforma de comunicação.
6	Analisar e avaliar a compatibilidade das plataformas de gestão de informação do cliente e dos licitantes durante a obra.
7	Atualização da plataforma de comunicação na entrega da obra/ pós obra.
8	Definir plataforma de distribuição de documentos do projeto (site, nuvem).
9	Exigir e avaliar a qualificação na metodologia BIM dos participantes do concurso para obra.

10	Executar formação complementar BIM para as equipes da construtora.
11	Executar formação de uso do modelo para a equipe que executará a medição em campo.
12	Executar treinamentos das equipes de campo sobre o modelo digital e utilização de plataformas
13	Executar roteiro para projetistas de especialidades (como projetar, entregar modelo, especificações e requisitos)
14	Executar fluxo de entregas e aprovações de documentos.
15	Definição dos requisitos de informação que farão parte o Modelo(projeto).
16	Análise e verificação dos documentos e modelo das especialidades entregues.
17	Verificação ao atendimento ao planejamento Plano de execução do modelo
18	Avaliar acréscimos e adequação do plano de execução do modelo que possa ser exigido pelas licitantes
19	Desenvolver requisitos para contratos de projetistas e modelo de avaliação
20	Administrar aditivos de contrato de projetistas.
21	Definir e avaliar o contrato da construtora para a coordenação de projetos e uso do modelo.
22	Coordenar contrato de as built de projeto
23	Definir processos BIM que serão incorporados no projeto existente do cliente.
24	Verificar uso correto dos processos BIM conforme planejado
25	Registrar e controlar os documentos BIM recebidos em concurso.
26	Verificar e analisar o registo e transferência de informações durante fase de obra
27	Desenvolver cronograma de modelação.
28	Receber e validar os cronogramas dos projetistas de especialidades.
29	Analisar os cronogramas de submittals e materiais(aprovações)para a obra que farão parte do modelo.
30	Administrar cronograma de projetos.
31	Organizar informações para serem modeladas.
32	Definir LOD (level of development) E LOI (level of information) pretendidos no modelo.
33	Verificar o modelo vencedor do concurso de projeto para ser enviado aos projetistas das especialidades.
34	Administrar clash detection/ compatibilização durante projeto.
35	Gerir área colaborativa de projeto em concurso.
36	Receber e coordenar documentos de projeto contratados pós concurso.
37	Avaliar pedido de alteração de projeto/modelo durante obra
38	Gerir área colaborativa durante obra.
39	Realizar reuniões pré-concurso de projeto
40	Monitorar tarefas e pendências de projeto pós concurso.
41	Realizar reuniões de projeto durante obra
42	Monitorar tarefas e pendências de projeto durante obra

Timestamp	Email Address	Qual a sua idade?	Qual sua área de estudo?
11/20/2019 9:20:16	patriciagestrompa@campus.ul.pt	22-25	Arquitetura
11/20/2019 9:39:37	duarterosa@campus.ul.pt	22-25	Arquitetura
11/20/2019 9:55:28	caixirita@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/20/2019 10:01:41	africanegra21ac@gmail.com	26-30	Arquitetura
11/20/2019 10:06:46	mariana.pecanhuk@gmail.com	22-25	Arquitetura

BIM MANAGER UM NOVO ÂMBITO NO TRABALHO DOS ARQUITETOS NA COORDENAÇÃO DE PROJETOS

11/20/2019 10:26:25	carlota.vian@hotmail.com	22-25	Arquitetura
11/20/2019 11:23:45	gui.godinho.garcia@gmail.com	18-21	Arquitetura
11/20/2019 11:32:47	mfrancisco@outlook.pt	22-25	Arquitetura
11/20/2019 13:10:58	paulocardoso@campus.ul.pt	30+	Arquitetura e Engenharia
11/20/2019 14:58:10	monicasvf18@hotmail.com	26-30	Arquitetura
11/20/2019 15:02:46	catarinapr6@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/20/2019 15:12:38	bruno.max21@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/20/2019 15:39:46	joanaagcv08@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/20/2019 15:45:44	bernardo_c_silva@hotmail.com	22-25	Arquitetura
11/20/2019 16:56:04	jacintosat@gmail.com	18-21	Arquitetura
11/20/2019 17:50:43	filipe.oliv11@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/20/2019 19:25:19	ines.constantino@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/20/2019 20:29:19	henriquemiguelpereira@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/20/2019 21:18:51	sobral.guilherme@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/20/2019 21:27:04	daniev@sapo.pt	22-25	Arquitetura
11/21/2019 9:29:12	nicoleludovino12@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/21/2019 9:54:06	marta.q.vicente@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/21/2019 11:28:30	teresinhaalmeidaribeiro@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/21/2019 17:22:24	franciscovpatrao@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/21/2019 22:01:27	miguel.ventura@ymail.com	22-25	Arquitetura
11/21/2019 23:01:41	nicoleta.iurescu5e@hotmail.com	22-25	Arquitetura
11/22/2019 11:22:25	mariana.7.carvalho@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/22/2019 11:26:03	miguel.pinto_9@hotmail.com	22-25	Arquitetura
11/22/2019 11:27:08	miarqlaurapinho@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/22/2019 11:28:56	rebelo.antonio96@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/22/2019 11:33:28	duarte018@gmail.com	26-30	Arquitetura
11/22/2019 11:36:17	carolina.pinto.lopez@campus.ul.pt	22-25	Arquitetura
11/22/2019 11:37:07	carolinatriches@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/22/2019 11:44:14	itzpmr@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/22/2019 11:47:28	beatriz.ccottinellimc40@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/22/2019 15:37:27	bba1996@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/23/2019 11:04:18	inestlira97@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/23/2019 14:29:40	catasbento97@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/30/2019 20:02:43	analrufinof@gmail.com	22-25	Arquitetura
12/2/2019 12:50:29	maria.rosario.correia.99@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/4/2020 13:11:52	Thamirestauanne@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/4/2020 15:08:10	daniev@sapo.pt	22-25	Arquitetura
11/4/2020 17:15:10	heberfrutuoso@gmail.com	30+	Arquitetura
11/4/2020 19:15:28	ingridmc1997@gmail.com	22-25	Arquitetura

11/5/2020 9:59:38	luis.pato.alvarinho@gmail.com	26-30	Arquitetura
11/5/2020 16:19:23	joanafilipa_alegre@hotmail.com	22-25	Arquitetura
11/6/2020 9:19:35	nikyvbb@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/6/2020 15:05:04	sofialuispinheiro@gmail.com	22-25	Arquitetura
11/11/2020 11:26:14	fernanda.gastal.figueiredo@usp.br	22-25	Arquitetura
11/11/2020 12:41:32	elodie.pedroso@hotmail.com	22-25	Arquitetura
11/13/2020 12:43:58	leojoanes@hotmail.com	22-25	Arquitetura

Nível acadêmico atual	País onde estuda ou trabalha originalmente	Conhece a metodologia BIM?	Anos de experiência com BIM(uso de software ou trabalho profissional)
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	2 anos
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Não	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	2 anos
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	3 anos
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	Acima de 4
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	2 anos
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	3 anos
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Mestrado	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Não	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Mestrado Integrado(5 anos)		Sim	1 ano
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Não	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Não	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Não	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Não	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM

BIM MANAGER UM NOVO ÂMBITO NO TRABALHO DOS ARQUITETOS NA COORDENAÇÃO DE PROJETOS

Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Não	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Mestrado Integrado(5 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM
Mestrado Integrado(5 anos)	Brasil	Sim	2 anos
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	1 ano
Licenciatura (3 anos)	Portugal	Sim	Nunca trabalhei com nada relacionado a BIM

Em qual área da profissão pretende trabalhar ou já trabalha?	Avaliar a rede de infraestrutura para coordenação de projetos do cliente.	Analisar e verificar os documentos recebidos no concurso de projeto.	Verificar compatibilização de projetos em concurso.
Consultoria de projeto(qualquer área da arquitetura)	Ambos/Indiferente	Engenheiro	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto de Projetos em gabinete	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Universidade	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Consultoria de projeto(qualquer área da arquitetura)	Arquiteto	Engenheiro	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Consultoria de projeto(qualquer área da arquitetura)	Especialista de infraestruturas	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Universidade	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Engenheiro	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Arquiteto	Engenheiro	Arquiteto
Universidade	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Engenheiro	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Informatica e derivados	Engenheiro	Arquiteto	Engenheiro
Arquiteto de Projetos em gabinete	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Consultoria de projeto(qualquer área da arquitetura)	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto

Consultoria de projeto(qualquer área da arquitetura)	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Engenheiro	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Engenheiro	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Engenheiro	Arquiteto	Arquiteto
Consultoria de projeto(qualquer área da arquitetura)	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Consultoria de projeto(qualquer área da arquitetura)	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto de Projetos em gabinete	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Engenheiro
Arquiteto de Projetos em gabinete	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto de Projetos em gabinete	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Universidade	Engenheiro	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto de Projetos em gabinete	Engenheiro	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Construção Civil	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Construção Civil	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Engenheiro	Arquiteto	Engenheiro
Arquiteto de Projetos em gabinete	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
sem certeza	Engenheiro	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto de Projetos em gabinete	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto de Projetos em gabinete	Engenheiro	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto de Projetos em gabinete	Engenheiro	Ambos/Indiferente	BIM Manager
Arquiteto de Projetos em gabinete	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto de Projetos em gabinete	Engenheiro	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Universidade	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Universidade	Engenheiro	Arquiteto	Arquiteto
Consultoria de projeto(qualquer área da arquitetura)	Engenheiro	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto de Projetos em gabinete	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto

Execução dos documentos que serão exigidos para a construtora sobre o modelo digital, plano de ataque do projeto.	Executar a atualização dos documentos de projeto na plataforma de comunicação.	Analisar e avaliar a compatibilidade das plataformas de gestão de informação do cliente e dos licitantes durante a obra.	Atualização da plataforma de comunicação na entrega da obra/ pós obra.
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto

Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Engenheiro	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Engenheiro
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Engenheiro	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	BIM Manager e BIM Coordinator	BIM Manager	Ambos/Indiferente

Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Engenheiro	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Engenheiro	Arquiteto

Definir plataforma de distribuição de documentos do projeto(site, nuvem).	Exigir e avaliar a qualificação na metodologia BIM dos participantes do concurso para obra.	Executar formação complementar BIM para as equipes da construtora.	Executar formação de uso do modelo para a equipe que executará a medição em campo.
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Diretor da construtora	Engenheiro
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Engenheiro
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Engenheiro	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Engenheiro	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente

Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Engenheiro
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	BimManager	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Engenheiro	Engenheiro
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
BIM Manager	BIM Manager	BIM Coordinator e BIM Modeler	BIM Coordinator
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Engenheiro	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Engenheiro	Engenheiro
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto

Executar treinamentos das equipes de campo sobre o modelo digital e utilização de plataformas.	Executar roteiro para projetistas de especialidades (como projetar, entregar modelo, especificações e requisitos).	Executar fluxo de entregas e aprovações de documentos.	Definição dos requisitos de informação que farão parte o Modelo (projeto).
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Gerente de obra	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Engenheiro	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto

Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Bim Manager	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Engenheiro	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
BIM Coordinator	BIM Coordinator	BIM Coordinator	BIM Manager e Cliente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente

Análise e verificação dos documentos e modelo das especialidades entregues.	Verificação ao atendimento ao planeamento Plano de execução do modelo .	Avaliar acréscimos e adequação do plano de execução do modelo que possa ser exigido pelas licitantes.	Desenvolver requisitos para contratos de projetistas e modelo de avaliação
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto

Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Engenheiro	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Engenheiro	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano	como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto

Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Não sei	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano	como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano	como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano	como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	BIM Manager	Ambos/Indiferente	BIM Manager
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Engenheiro	Ambos/Indiferente	Engenheiro	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Engenheiro	Engenheiro	Arquiteto

Verificar uso correto dos processos BIM conforme planejado.	Registrar e controlar os documentos BIM recebidos em concurso.	Verificar e analisar o registro e transferência de informações durante fase de obra.	Desenvolver cronograma de modelação.
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto

Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Engenheiro	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Gerente de obra	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Engenheiro	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Engenheiro	Arquiteto
Arquiteto	Engenheiro	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano	como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano	como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano	como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Bim Manager	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
BIM MANager e BIM Coordinator	BIM Manager	BIM MANager	Ambos/Indiferente

Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Engenheiro	Engenheiro	Engenheiro	Ambos/Indiferente
Engenheiro	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Engenheiro	Ambos/Indiferente

Receber e validar os cronogramas dos projetistas de especialidades.	Analisar os cronogramas de submittals e materiais (aprovações) para a obra que farão parte do modelo.	Administrar cronograma de projetos.	Organizar informações para serem modeladas.
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Engenheiro	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Engenheiro	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Engenheiro	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as	como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as	Arquiteto	como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as

respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano	respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano		respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Engenheiro	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Engenheiro
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Engenheiro	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
BIM Manager e Encarregado de Obra	BIM Manager e Coordinator	Ambos/Indiferente	BIM Coordinator
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Engenheiro	Engenheiro	Engenheiro	Engenheiro
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Engenheiro	Arquiteto	Engenheiro

Definir LOD(level of development) E LOI (level of information) pretendidos no modelo.	Verificar o modelo vencedor do concurso de projeto para ser enviado aos projetistas das especialidades.	Administrar clash detection/ compatibilização durante projeto.	Gerir área colaborativa de projeto em concurso.
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Engenheiro	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Engenheiro	Ambos/Indiferente

Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Engenheiro	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano	Arquiteto	como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Engenheiro	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
BIM Manager e Cliente	BIM Manager	BIM Manager	BIM Coordinator
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Engenheiro	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Engenheiro	Engenheiro	Engenheiro	Engenheiro
Engenheiro	Ambos/Indiferente	Engenheiro	Ambos/Indiferente
Engenheiro	Arquiteto	Engenheiro	Engenheiro

Receber e coordenar documentos de projeto contratados pós concurso.	Avaliar pedido de alteração de projeto/modelo durante obra.	Gerir área colaborativa durante obra.	Realizar reuniões pré concurso de projeto.
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto

Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Engenheiro	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano	Arquiteto	como estudante, eu só não sei responder de quem é o papel dessas atividades, estou colocando "ambos" em todas as respostas, porque acho que para nosso universo de estudantes essas obrigações não fazem parte do nosso cotidiano	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Engenheiro	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Engenheiro	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Engenheiro	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente

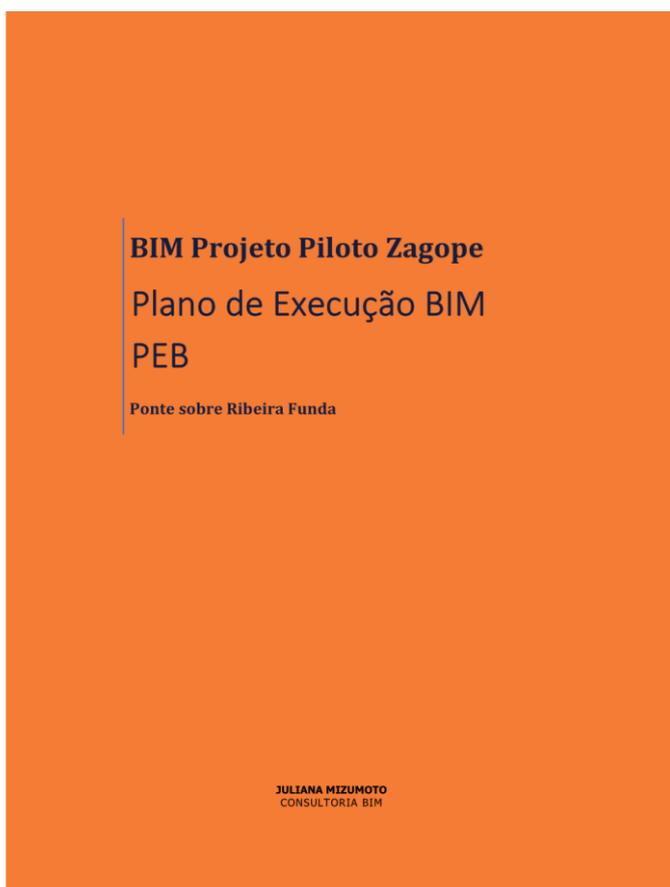
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
BIM MAnager e Coordinator	BIM MAnager, Arquiteto e Engenheiro	BIM Coordinator	BIM Manager
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Engenheiro	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Engenheiro	Arquiteto

Monitorar tarefas e pendências de projeto pós concurso.	Realizar reuniões de projeto durante obra.	Monitorar tarefas e pendências de projeto durante obra.	Nome da Instituição onde está sendo aplicado este inquérito:
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Gestor de obra	
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	

Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Ambos/Indiferente	
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	
Arquiteto	Ambos/Indiferente	Arquiteto	
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Faul
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	FAUL
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Arquiteto	Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa
Ambos/Indiferente	BIM Coordinator e Encarregado de Obra	Ambos/Indiferente	Faculdade de Arquitetura, Universidade de Lisboa
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Faculdade de Arquitetura
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	Faculdade de Arquitetura de Lisboa
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	FAUL
Ambos/Indiferente	Ambos/Indiferente	Engenheiro	Universidade de Lisboa
Ambos/Indiferente	Arquiteto	Arquiteto	FAUL
Arquiteto	Arquiteto	Arquiteto	Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa

Anexo 4

Evidência relacionada ao Capítulo 8. Material produto do Plano de Implementação BIM realizado na empresa Zagope, onde foi utilizada a MABIM para construção do planejamento do projeto.



BIM PROJETO PILOTO

ii

Este documento faz parte de um Projeto Piloto de Implementação BIM na Zagope, possui informações de processos de gestão de documentação, fluxo de informações das equipas de engenharia, entre outras atividades.

Não é recomendada a partilha ou reprodução deste documento sem a autorização dos responsáveis pela engenharia da empresa.

BIM Projeto Piloto		
Plano de Execução BIM- Projeto Ponte Rio Ribeira Funda		
Responsável: Juliana A. Mizumoto		
Data	Projeto	Status
10/05/2019	Início do Projeto Piloto	ok
11/06/2019	BIMPPZAgope-TemplatePEB-R00	ok
20/07/2019	BIMPPZAgope-TemplatePEB-R01	ok
06/09/2019	BIMPPZAgope-TemplatePEB-R02	ok
31/10/2019	BIMPPZAgope-TemplatePEB-R03	Entrega final

Conteúdo

1. Visão Geral.....	1
1.1. Objetivo o documento	1
1.2. Normalização existente.....	1
2. Projeto Piloto.....	2
2.1. Equipa do projeto.....	4
2.2. Metas e Objetivos	5
2.3. Matriz de Responsabilidades	6
3. Processos de projeto	7
3.1. BIM Workflow	7
3.2. Fase 1.....	8
3.2. Fase 2.....	9
3.4. Fase 3.....	10
4. Infraestrutura e tecnologia.....	11
5. Colaboração.....	12
5.1. Plataforma de comunicação	12
6. Gestão da Informação	13
6.2. Nomenclatura de arquivos.....	13
6.3. Nomenclatura de famílias	14
6.3.1. Organização da criação de famílias no Revit:.....	14
6.3.2. Nomenclatura do arquivo.rfa.....	15
7. Estruturação do Modelo.....	16
7.1. Escopo do modelo.....	16
7.2. Definição dos quantitativos automáticos	17
8. Gestão da Qualidade	21
9. Navisworks.....	22
10. Infracworks.....	24
11. CCS Candy	25

1. Visão Geral

1.1. Objetivo o documento

O Plano de Execução BIM é o documento que regista o planeamento da modelação do projeto selecionado. O conjunto de informações aqui descritas foram coletadas durante o trabalho do Projeto Piloto de Implementação BIM cujo objetivo foi iniciar o trabalho de organização de informações para serem aplicadas em uma Proposta Técnica específica.

O objetivo deste documento é registar e descrever os requisitos de projeto considerado, a estrutura de modelação para o projeto selecionado e desta forma, documentar as melhores práticas encontradas, além criar um template de organização de modelo para ser aplicado em outros projetos da mesma categoria.

Este documento se destina aos colaboradores que utilizarão a metodologia BIM e para nortear futuros projetos em caso da inexistência de um PEB por parte do cliente.

1.2. Normalização existente

Em 2019 em Portugal não há legislação específica que oriente todas as empresas de engenharia a utilizarem a metodologia BIM. Contudo, seguindo as boas práticas internacionais e para auxiliar, apresentam-se nesta seção algumas normas e *guidelines* que servem de referência à implementação BIM empreendimentos de construção. A seguir apresentam-se algumas das Normas Europeias já publicadas (EN):

- EN ISO 29481-2:2016 - Building Information Models - Information Delivery Manual - Part 2: Interaction Framework;
- EN ISO 16739 - Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries;
- EN ISO 12006-3 - Building Construction - Organization of information about works - Part 3: Framework for object-oriented information;
- EN ISO 19650-1 - Information Management using Building Information Modeling - Part 1: Concepts and Principles;
- EN ISO 19650-2 - Information Management using Building Information Modeling - Part 2: Delivery Phase of the assets;
- EN ISO 29481-1 - Building Information Models - Information Delivery Manual - Part 1: Methodology and Format.

3. Processos de projeto

3.1. BIM Workflow

O desenho dos processos de trabalho do projeto piloto segue as indicações da ISO19650 sobre projeto colaborativo e de troca de informações entre as equipas do projeto.

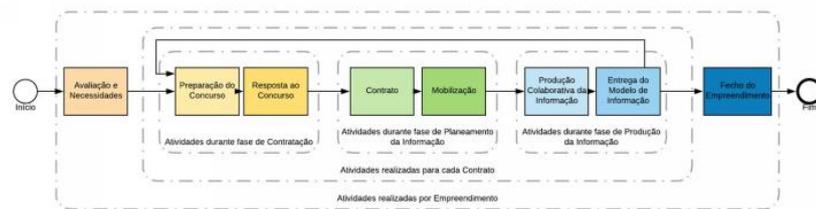


Figura 3-Adaptado de ISO19650

O processo para a resposta à uma proposta técnica foi elaborada a partir da interpretação das atividades padrão que são necessárias para a realização do planeamento do projeto e, posteriormente, da resposta em forma de documento de proposta. Está dividido em 3 fases de colaboração: 1ª de estruturação do modelo digital, 2ª fase de interação entre as equipas e a 3ª com os novos inputs do projeto.

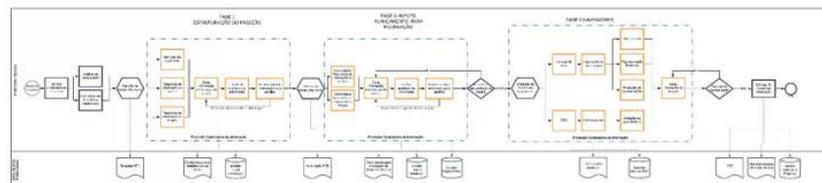


Figura 4-Processo de trabalho BIM para Proposta técnica

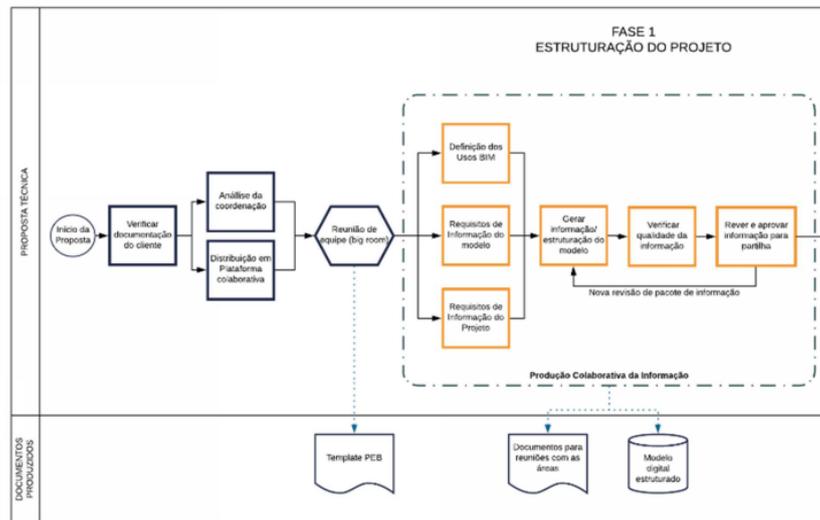


Figura 5-Ampliação do Processo-Fase 1

3.2. Fase 2

Nesta fase são considerados os inputs de informações das áreas de planeamento, custos, suprimentos e qualquer outra informação relevante para a empresa. Esses novos requisitos de informação para o modelo deverão ser modelados para que o Modelo Digital atenda aos documentos de saída de preparação da Proposta completa. Um exemplo de atividade a ser realizada após a primeira reunião de projeto pode ser a divisão das peças modeladas a partir de eixos coordenados com a equipa de planeamento. Para esse projeto foram considerados, por exemplo, a modelação de partes de pilares a cada 2,5m, linkadas a eixos construídos para essa finalidade.

BIM PROJETO PILOTO

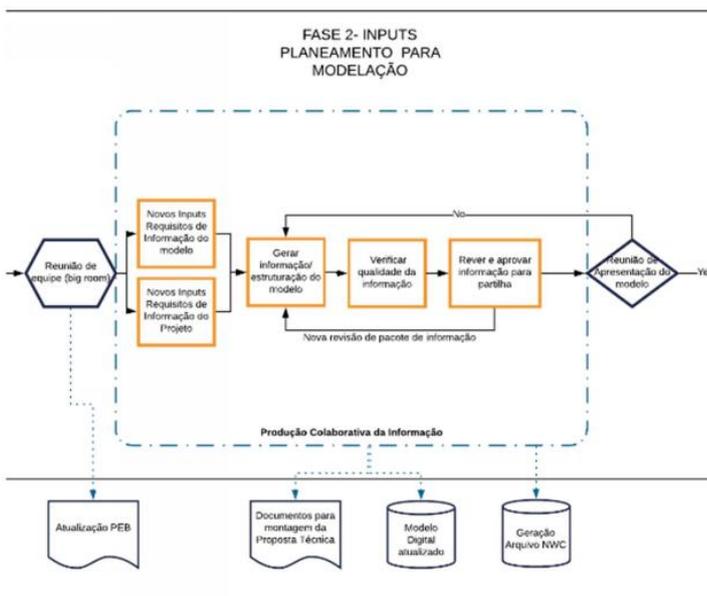


Figura 6- Ampliação Processos-Fase2

3.4. Fase 3

Durante a fase de inputs e planeamento interdisciplinar, considera-se a participação colaborativa das equipas na utilização de ferramentas de visualização 4d e 5d do projeto. Nesta fase inicia-se a estruturação do modelo para o Navisworks, software que permite a integração do cronograma de execução do projeto detalhado, assim como a visualização da sequência construtiva e possibilita o estudo de aprimoramento do planeamento. Toda a informação a ser apresentada na proposta pode ser planeada com recursos do Navisworks nesta fase, isto é: imagens específicas para apresentação, sequência construtiva em formato de animação. É nesta fase que se avalia e se regista através de relatórios do modelo as incompatibilidades entre estruturas e cronograma. Encerra-se, mas não necessariamente as fases de processo de trabalho de uma proposta na fase 3. As reuniões de projeto são cíclicas e constantes até o atendimento completo dos requisitos de informações necessários para a Proposta Técnica.