

# BUILDING INFORMATION MODELING

## APTIDÃO PARA O FUTURO

PROPOSTA DE UM MODELO NO ENSINO DA ARQUITETURA

Beatriz Martins de Jesus Machado Caldeira

Dissertação Final de Mestrado para obtenção do  
Grau de Mestre em Arquitetura

Orientação Científica:

Professor Doutor Francisco Carlos Almeida do Nascimento e Oliveira

Júri:

Presidente: Professor Doutor Filipe Alexandre Duarte González Migães de Campos

Orientador: Professor Doutor Francisco Carlos Almeida do Nascimento e Oliveira

Vogal: Professor Doutor Pedro Miguel Gomes Januário

Documento Definitivo

Lisboa, FA ULisboa, Dezembro, 2018



*“If only one book were to be written about BIM, it might have “DON’T PANIC” printed in large uppercase letters on the front cover”*

- “Se apenas um livro fosse escrito sobre o BIM, este poderia ter “NÃO ENTRAR EM PÂNICO” impresso em grandes letras maiúsculas na capa”

# BUILDING INFORMATION MODELING

## APTIDÃO PARA O FUTURO

### PROPOSTA DE UM MODELO NO ENSINO DA ARQUITETURA

Beatriz Martins de Jesus Machado Caldeira

Dissertação Final de Mestrado para obtenção do  
Grau de Mestre em Arquitetura

Orientação Científica:

Professor Doutor Francisco Oliveira

## | RESUMO

O Building Information Modeling (BIM) é considerado como o mais recente paradigma a adotar no exercício da Arquitetura, Engenharias e Construção (AEC) e Design. Um método de trabalho destacado como a aptidão a ter no futuro do setor mundial, onde todas as suas fases e dimensões validam o espírito de colaboração, partilha de informação, interajuda e otimização. Sendo já aplicado em diversos países como cariz obrigatório na profissão, desde 2016 como os Estados Unidos, Reino Unido e Singapura, a visão mundial a cerca desta ferramenta no ensino é ainda bastante elementar comparativamente com as suas imensas potencialidades, principalmente em Portugal.

Ciente de que um profissional adquire conhecimentos e competências fulcrais à profissão numa fase anterior a este estatuto é de interesse geral que as habilitações que se adquirem com a metodologia BIM sejam ensinadas no curso de Arquitetura. Porém tal importância não se verifica, tendo como resultado um curso desajustado das novas necessidades da profissão. Perante o problema apresentado surgiu a motivação para o desenvolvimento de uma dissertação que apostasse numa proposta de um modelo curricular para o curso de Mestrado Integrado em Arquitetura que incorpore o Building Information Modeling.

**PALAVRAS CHAVE:** Building Information Modeling, Ensino, Era Digital – Colaboração; Trabalho Integrado.

# BUILDING INFORMATION MODELING

## ABILITY TO THE FUTURE

### PROPOSAL FOR A MODEL IN THE EDUCATION OF ARCHITECTURE

Beatriz Martins de Jesus Machado Caldeira

Masters dissertation for the Master's Degree in Architecture

Adviser:

Professor Doutor Francisco Oliveira

## | ABSTRACT

The Building Information Modeling (BIM) it's considered as the latest paradigm to be adopted in the exercise of Architecture, Engeneering, and Construction (AEC) and Design. A working method model highlighted as the ability to have in the future of the global sector, where all of its fases and dimensions validate the spirit of coloboration, sharing of information, mutual aid and optimization. Having already been aplied in several countries as required in the profession, since 2016 like the United States, United Kingdom and Singapore, the world vision about this tool in education it's rader elementary compared to its immense potentialities, mainly in Portugal.

Aware that a professional acquires knowledge and core competencies at a stage prior to this status is of general interest that the qualifications that are acquired with the BIM methodology are taught in the Architecture course. But such importance is not verified, resulting in a misfitting course face of the new needs of the profession. Faced with the presented problem, the motivation rised for the development of a dissertation that focused on a proposal of a curricular model for the Mestrado Integrado em Arqitetura course that incorporate Building Information Modeling.

**KEYWORDS:** Building Information Modeling, Education, Digital Era – Coloboration, Integrated Work.



## OBRIGADA

**MÃE e PAI** | pelo apoio e amor incondicional  
**ZÉ e NUNO** | pela força, companheirismo e carinho  
**FAMÍLIA** | pelo incentivo  
**AMIGOS** | pela paciência  
**ORIENTADOR** | pelo desafio



## | ÍNDICE

<b>RESUMO</b>	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>VII</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE GERAL</b>	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	<b>XXI</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b>	<b>XXIII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>01</b>
1.1. ENQUADRAMENTO	03
1.2. TEMA E PROBLEMÁTICA	04
1.3. OBJETIVOS	05
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	06
<b>2. ESTADO DO CONHECIMENTO</b>	<b>09</b>
2.1. DEFINIÇÃO DE BIM	11
2.1.1. O QUE É O BIM?	11
2.1.2. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO	13
2.1.3. DIMENSÕES	16
2.1.4. NÍVEIS DE DETALHE	18
2.1.5. DINÂMICA (VANTAGENS E DESVANTAGENS)	20
2.1.6. NÍVEIS DE MATURIDADE	23
2.1.7. ENQUADRAMENTO NORMATIVO	25
2.2. CASOS DE ESTUDO – CURSO DE ARQUITETURA	29
2.2.1. DEFINIÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO	29
2.2.2. OBJETIVOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS	32
2.2.3. A IMPLEMENTAÇÃO BIM MUNDIALMENTE	34
2.2.4. FACULDADE DE ARQUITETURA DE LISBOA	37
A) CONTEXTUALIZAÇÃO	37
B) MISSÃO E VALORES	38
C) CURSOS MINISTRADOS	39
D) BIM NO CURRÍCULO	40

2.2.5. FACULDADE DE ARQUITETURA DE LIVERPOOL	41
A) CONTEXTUALIZAÇÃO	41
B) CURSOS MINISTRADOS	42
C) POLÍTICA BIM	43
D) PRAZOS E OBJETIVOS	45
2.2.6. APRECIÇÃO FINAL	47
2.3. CASOS DE ESTUDO – ARQUITETO	55
2.3.1. DEFINIÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO	55
2.3.2. CADEIA DE VALOR	59
2.3.3. ANÁLISE DE MERCADO	61
2.3.4. ENTIDADES COMERCIAIS	64
2.3.5. CONCEPSYS E CONCEPSYSBIM	70
A) CONTEXTUALIZAÇÃO	70
B) SERVIÇOS	71
C) REQUALIFICAÇÃO – FOZ DO LIZANDRO	72
D) TESTEMUNHO	73
2.3.6. PONTO DE INFLEXÃO	74
A) ALDAR HEADQUARTERS	74
B) BARANGOO HEADLAND PARK FORESHORE	76
C) BIMAGE	77
2.3.7. APRECIÇÃO FINAL	79
<b>3. MODELO DE CURSO</b>	<b>87</b>
3.1. SÍNTESE	89
3.1.1. RELAÇÃO DO BIM COM O CURRÍCULO DA FA	89
3.1.2. ABORDAGENS AO BIM	92
3.1.3. UMA EXPERIÊNCIA MISSION BIMPOSSIBLE	95
3.2. AVALIAÇÃO	97
3.2.1. ESTRATÉGIAS E BENEFÍCIOS	97
3.2.2. SOLUÇÕES	101

3.3. IMPLEMENTAÇÃO	105
3.3.1. MODELO	106
A) FASE 0 – PRÉ-EXECUÇÃO	106
B) FASE 1 – ÁREA PADRÃO	107
C) FASE 2 – COMPETÊNCIAS PRÁTICAS	109
D) FASE 3 – COMPETÊNCIAS TRANSFERÍVEIS	110
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
5. ANEXOS	125
6. BIBLIOGRAFIA	151



## | ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> – CHARLES EASTMAN . FOTOGRAFIA ( FONTE: <a href="https://arch.gatech.edu/people/charles-eastman">https://arch.gatech.edu/people/charles-eastman</a> )	<b>pág. 10</b>
<b>FIGURA 2</b> – CONCEITO BIM . REPRESENTAÇÃO GRÁFICA ( FONTE: Elaborado por Beatriz Martins Caldeira)	<b>pág. 12</b>
<b>FIGURA 3</b> – EVOLUÇÃO DA REPRESENTAÇÃO EM ARQUITETURA . DIAGRAMA ( FONTE: GOLDMAN, 2012)	<b>pág. 14</b>
<b>FIGURA 4</b> – GÁBOR BOJÁR . FOTOGRAFIA ( FONTE: <a href="http://www.bbc.com/news/business-27329052">http://www.bbc.com/news/business-27329052</a> )	<b>pág. 15</b>
<b>FIGURA 5</b> – D. CONANT, IRWIN JUNGREIS E LEONID RAIZ . FOTOGRAFIA ( FONTE: <a href="https://sarevitusergroup.wordpress.com/">https://sarevitusergroup.wordpress.com/</a> )	<b>pág. 15</b>
<b>FIGURA 6</b> – DIMENSÕES DO BIM . TABELA DE PORMENOR ( FONTE: KENSEK, 2013)	<b>pág. 16</b>
<b>FIGURA 7</b> – 7ª DIMENSÃO DO BIM . TABELA DE PORMENOR ( FONTE: KENSEK, 2013)	<b>pág. 18</b>
<b>FIGURA 8</b> – NÍVEIS LOD . AXONOMETRIA ( FONTE: <a href="https://www.computerworks.de/vectorworks-blog/details.html">https://www.computerworks.de/vectorworks-blog/details.html</a> )	<b>pág. 19</b>
<b>FIGURA 9</b> – ÚLTIMO NÍVEL LOD . AXONOMETRIA ( FONTE: <a href="https://www.computerworks.de/vectorworks-blog/details.html">https://www.computerworks.de/vectorworks-blog/details.html</a> )	<b>pág. 20</b>
<b>FIGURA 10</b> – INTERCÂMBIO DE PROJETOS 2D . ESQUEMA ( FONTE: <a href="http://biblus.accasoftware.com">http://biblus.accasoftware.com</a> )	<b>pág. 21</b>
<b>FIGURA 11</b> – INTEROPERABILIDADE BIM . ESQUEMA ( FONTE: <a href="http://biblus.accasoftware.com">http://biblus.accasoftware.com</a> )	<b>pág. 21</b>
<b>FIGURA 12</b> – NÍVEL 0 – PRÉ-BIM . REPRESENTAÇÃO ( FONTE: SUCCAR, 2009)	<b>pág. 24</b>
<b>FIGURA 13</b> – NÍVEL 1 – MODELAÇÃO . REPRESENTAÇÃO ( FONTE: SUCCAR, 2009)	<b>pág. 24</b>
<b>FIGURA 14</b> – NÍVEL 2 – COLABORAÇÃO . REPRESENTAÇÃO ( FONTE: SUCCAR, 2009)	<b>pág. 24</b>
<b>FIGURA 15</b> – NÍVEL 3 – INTEGRAÇÃO . REPRESENTAÇÃO ( FONTE: SUCCAR, 2009)	<b>pág. 24</b>
<b>FIGURA 16</b> – NORMAS E DIRECTRIZES . TABELA DE ENQUADRAMENTO ( FONTE: SILVA, 2013)	<b>pág. 26</b>

- FIGURA 17** – DE ARCHITETURA LIBRI DECEM . FOTOGRAFIA **pág. 28**  
(FONTE: [https://pt.wikipedia.org/wiki/De\\_architectura](https://pt.wikipedia.org/wiki/De_architectura))
- FIGURA 18** – ÉCOLE DES BEAUX- ARTS – CURSO DE ARQUITETURA . **pág. 31**  
FOTOGRAFIA  
(FONTE: <https://www.ebay.fr/itm/Ecole-Nationale-des-Beaux-Arts-Architecture-Atelier-Paulin-/182634218403>)
- FIGURA 19** – FACHADA OESTE, PAVILHÃO 1 – FAUL . **pág. 37**  
FOTOGRAFIA  
(FONTE: <http://www.fa.ulisboa.pt/index.php/pt/sobre/a-fa>)
- FIGURA 20** – CAMPUS FAUL . FOTOGRAFIA AÉREA **pág. 37**  
(FONTE: <http://www.fa.ulisboa.pt/index.php/pt/sobre/a-fa>)
- FIGURA 21** – TOP RUSSELL GROUP UNIVERSITIES . LOGÓTIPO **pág. 41**  
(FONTE: <https://schoolsweek.co.uk/russell-group-chief-blames-schools-for-low-numbers-of-disadvantaged-pupils-at-top-universities/?nonamp=1>)
- FIGURA 22** – ROYAL INSTITUTE OF BRITISH ARCHITECTS . LOGÓTIPO **pág. 42**  
(FONTE: <https://www.architecture.com/>)
- FIGURA 23** – PROFESSOR ARTO KIVINIEMI . FOTOGRAFIA **pág. 44**  
(FONTE: <https://www.liverpool.ac.uk/architecture/staff/arto-kiviniemi/>)
- FIGURA 24** – UNIVERSITY OF LIVERPOOL SCHOOL OF ARCHITECTURE . **pág. 45**  
FOTOGRAFIA FACHADA SUL  
(FONTE: <https://www.liverpool.ac.uk/architecture/about-us/history/>)
- FIGURA 25** – AMBERCROMBY SQUARE . FOTOGRAFIA PANORAMA **pág. 45**  
(FONTE: <https://senatehouseoccupation.wordpress.com/40-years-on/40-years-on-photos-of-key-locations-in-2010/>)
- FIGURA 26** – PAÍSES QUE JÁ INTRODUZIRAM O BIM NO ENSINO . MAPA **pág. 48**  
(FONTE: <http://ibima.co.in/2017/05/18/the-approach-of-global-field-players-in-delivering-bim-education/>)
- FIGURA 27** – CLASH DETECTION . FIGURA EXEMPLO **pág. 52**  
(FONTE: <https://www.linkedin.com/pulse/3d-bim-clash-detection-justin-ngolu-nsey-a-bsc-hons-pgd-1>)
- FIGURA 28** – CLASH AVOIDANCE . FIGURA EXEMPLO **pág. 52**  
(FONTE: <https://www.linkedin.com/pulse/clash-detection-vs-avoidance-clive-jordan-smartleanbim-/>)

- FIGURA 29** — OSCAR NIEMEYER . FOTOGRAFIA **pág. 54**  
 (FONTE: <https://casacor.abril.com.br/especiais/oscar-niemeyer-o-arquiteto-da-vida/>)
- FIGURA 30** — NURAGO . FOTOGRAFIA **pág. 55**  
 (FONTE: [http://www.rezzaviaggi.it/?tcp\\_product=tour-della-sardegna-efisio-e-cavalcata-sarda](http://www.rezzaviaggi.it/?tcp_product=tour-della-sardegna-efisio-e-cavalcata-sarda))
- FIGURA 31** — PIRÂMIDE DE IMHOTEP . FOTOGRAFIA **pág. 55**  
 (FONTE: <http://notasdeumdesigner.blogspot.com/2010/03/arte-egipcia-principais-faraos-djoser.html>)
- FIGURA 32** — MEDALHA DE BRONZE, SÍMBOLO PRITZKER . FOTOGRAFIA **pág. 56**  
 (FONTE: <https://www.pritzkerprize.com/about>)
- FIGURA 33** — ORDEM DOS ARQUITETOS - LOGÓTIPO **pág. 59**  
 (FONTE: <https://editsetgo.com/ordem-dos-arquitetos/>)
- FIGURA 34** — ESPECIALIDADES DENTRO DO BIM . DIAGRAMA **pág. 62**  
 (FONTE: Elaborado por Beatriz Martins Caldeira)
- FIGURA 35** — CONCEPSYS . LOGÓTIPO **pág. 70**  
 (FONTE: <http://www.concepsys.pt/>)
- FIGURA 36** — CONCEPSYSBIM . LOGÓTIPO **pág. 70**  
 (FONTE: <http://www.concepsysbim.com/>)
- FIGURA 37** — REQUALIFICAÇÃO DA PRAIA DA FOZ DO LIZANDRO . RENDER **pág. 72**  
 (FONTE: <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=x15>)
- FIGURA 38** — ALDAR HEADQUARTERS . RENDER **pág. 75**  
 (FONTE: <http://www.tandctech.com/en/projects/projects/aldar-headquarters>)
- FIGURA 39** — ESTRUTURA ALDAR HEADQUARTERS . RENDER **pág. 75**  
 (FONTE: <http://www.constructionweekonline.com/article-10113-case-study-aldar-headquarters-abu-dhabi/>)
- FIGURA 40** — BARANGAROO HEADLAND PARK . RENDER **pág. 76**  
 (FONTE: <http://www.jpw.com.au/portfolio/barangaroo-headland-park/>)
- FIGURA 41** — BLOCOS DE ARENITO — DISPOSIÇÃO . FOTOGRAFIA **pág. 76**  
 (FONTE: <http://www.jpw.com.au/portfolio/barangaroo-headland-park/>)
- FIGURA 42** — BIMAGE . LOGÓTIPO **pág. 78**  
 (FONTE: <http://www.bimageconsulting.com/>)
- FIGURA 43** — BIM VS MÉTODOS TRADICIONAIS DE COLABORAÇÃO . **pág. 81**  
 ESQUEMA DE COMPARAÇÃO  
 (FONTE: HOLZER, 2016)

- FIGURA 44** – PROCESSO DE RELAÇÃO ENTRE O CONSULTOR E O CLIENTE DO USO DO BIM NUM GABINETE . DIAGRAMA pág. 82  
(FONTE: SARKAR, RAGHAVENDRA E RUPARELIA, 2015)
- FIGURA 45** – COMPLEXO HOTELEIRO . ILUSTRAÇÃO pág. 90  
(FONTE: <https://www.vectorworks.net/inspiration/bimcamp>)
- FIGURA 46** – “SABES O QUE É O BUILDING INFORMATION MODELING?” pág. 91  
DIAGRAMA  
(FONTE: Elaborado por Beatriz Martins Caldeira)
- FIGURA 47** – “COMO SOUBESTE DO BIM?” . DIAGRAMA pág. 91  
(FONTE: Elaborado por Beatriz Martins Caldeira)
- FIGURA 48** – “COM QUE FREQUÊNCIA UTILIZAS SOFTWARES BIM?” pág. 91  
DIAGRAMA  
(FONTE: Elaborado por Beatriz Martins Caldeira)
- FIGURA 49** – POSICIONAMENTO DO BIM NO ENSINO SUPERIOR pág. 93  
TABELA  
(FONTE: Elaborado por Beatriz Martins Caldeira)
- FIGURA 50** – “QUAIS SOFTWARES/ PROGRAMAS QUE TIVESTE MAIS CONTACTO E/OU DESCOBRISTE EM ERASMUS?” pág. 94  
GRÁFICO  
(FONTE: Elaborado por Beatriz Martins Caldeira)
- FIGURA 51** – “QUAIS OS SOFTWARES QUE OS TEUS COLEGAS UTILIZAVAM REGULARMENTE?” pág. 94  
GRÁFICO  
(FONTE: Elaborado por Beatriz Martins Caldeira)
- FIGURA 52** – 4D PAINEL GERAL – EXERCÍCIO COM GRÁFICO DE GANTT pág. 98  
FOTOGRAFIA  
(FONTE: <https://www.youtube.com/watch?v=bTtB8negnhw>)
- FIGURA 53** – 4D PAINEL GERAL LINHA TEMPORAL - EXERCÍCIO COM GRÁFICO DE GANTT . FOTOGRAFIA pág. 98  
(FONTE: <https://www.youtube.com/watch?v=bTtB8negnhw>)
- FIGURA 54** – 4D PAINEL EVOLUTIVO – EXERCÍCIO COM GRÁFICO DE GANTT . FOTOGRAFIA pág. 98  
(FONTE: <https://www.youtube.com/watch?v=bTtB8negnhw>)

<b>FIGURA 55</b> – 4D ANIMAÇÃO – EXERCÍCIO COM GRÁFICO DE GANTT FOTOGRAFIA (FONTE: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=bTtB8negnhw">https://www.youtube.com/watch?v=bTtB8negnhw</a> )	<b>pág. 98</b>
<b>FIGURA 56</b> – 5D PAINEL GERAL – EXERCÍCIO COM O REVIT FOTOGRAFIA (FONTE: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Pm-4O6pPD90">https://www.youtube.com/watch?v=Pm-4O6pPD90</a> )	<b>pág. 99</b>
<b>FIGURA 57</b> – 5D PAINEL DE OBJETOS DE ESTUDO - EXERCÍCIO COM O REVIT . FOTOGRAFIA (FONTE: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Pm-4O6pPD90">https://www.youtube.com/watch?v=Pm-4O6pPD90</a> )	<b>pág. 99</b>
<b>FIGURA 58</b> – 5D TABELA STANDAR – EXERCÍCIO COM O REVIT FOTOGRAFIA (FONTE: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Pm-4O6pPD90">https://www.youtube.com/watch?v=Pm-4O6pPD90</a> )	<b>pág. 99</b>
<b>FIGURA 59</b> – 5D TABELA COM ALTERAÇÕES PROPOSTAS EXERCÍCIO COM O REVIT . FOTOGRAFIA (FONTE: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Pm-4O6pPD90">https://www.youtube.com/watch?v=Pm-4O6pPD90</a> )	<b>pág. 99</b>
<b>FIGURA 60</b> – ANÁLISE EXEMPLO DA PREFORMANCE ENERGÉTICA DE UM EDIFÍCIO . EXCERTO DE UM RELATÓRIO (FONTE: <a href="https://sefaira.com/resources/designing-an-optimised-building-envelope/">https://sefaira.com/resources/designing-an-optimised-building-envelope/</a> )	<b>pág. 101</b>
<b>FIGURA 61</b> – CONTEÚDOS DE UMA BIM CLOUD . ESQUEMA (FONTE: Elaborado por Beatriz Martins Caldeira)	<b>pág. 104</b>
<b>FIGURA 62</b> – PLANO CURRICULAR DO PRIMEIRO ANO DE METRADO INTEGRADO EM ARQUITETURA . FOTOGRAFIA (FONTE: <a href="http://www.fa.ulisboa.pt/index.php/pt/cursos/mestradointegrado/arquitetura">http://www.fa.ulisboa.pt/index.php/pt/cursos/mestradointegrado/arquitetura</a> )	<b>pág. 112</b>
<b>FIGURA 63</b> – CONTEÚDOS FASE 3 . TABELA (FONTE: Elaborado por Beatriz Martins Caldeira)	<b>pág. 115</b>



## | ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO A</b> – ESTRUTURA CURRICULAR FA ( FONTE: UNIVERSIDADE DE LISBOA, 2018)	<b>pág. 127</b>
<b>ANEXO B</b> – FICHA TÉCNICA OPTATIVA BIM (FONTE: <a href="http://cifa.fa.ulisboa.pt/optativas2017-18/">http://cifa.fa.ulisboa.pt/optativas2017-18/</a> )	<b>pág. 129</b>
<b>ANEXO C</b> – ENTREVISTA AO PROFESSOR ARTO KIVINIEMI (FONTE: Elaborado por Beatriz Martins Caldeira)	<b>pág. 132</b>
<b>ANEXO D</b> – ENTREVISTA AO ARQUITETO ANTÓNIO PINA (FONTE: Elaborado por Beatriz Martins Caldeira)	<b>pág. 135</b>
<b>ANEXO E</b> – REQUALIFICAÇÃO DA FOZ DO LIZANDRO (FONTE: <a href="https://www.apambiente.pt/index.php?ref=x15">https://www.apambiente.pt/index.php?ref=x15</a> )	<b>pág. 137</b>
<b>ANEXO F</b> – ALDAR HEADQUARTERS (FONTE: <a href="http://www.ctbuh.org">http://www.ctbuh.org</a> )	<b>pág. 138</b>
<b>ANEXO G</b> – BARANGAROO HEADLAND PARK FORESHORE (FONTE: <a href="http://www.pwpla.com/barangaroo/barangaroo-reserve">http://www.pwpla.com/barangaroo/barangaroo-reserve</a> )	<b>pág. 139</b>
<b>ANEXO H</b> – INQUÉRITO AOS ALUNOS DO CURSO MESTRADO INTEGRADO EM ARQUITETURA (FONTE: Elaborado por Beatriz Martins Caldeira, Formulários Google)	<b>pág. 140</b>
<b>ANEXO I</b> – INQUÉRITO AOS ALUNOS PARTICIPANTES EM PROGRAMAS DE MOBILIDADE, DE LISBOA (FONTE: Elaborado por Beatriz Martins Caldeira, Formulários Google)	<b>pág. 145</b>



## | LISTA DE ABREVIATURAS

<b>2D</b> – DUAS DIMENSÕES	pág. 16
<b>3D</b> – VISUALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL	pág. 16
<b>4D</b> – 3D + TEMPO	pág. 16
<b>5D</b> – 4D + CUSTO	pág. 16
<b>6D</b> – 5D + SUSTENTABILIDADE	pág. 16
<b>7D</b> – 6D + GESTÃO E MANUTENÇÃO	pág. 16
<b>AEC</b> – ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO	pág. 10
<b>AIA</b> – AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS	pág. 25
<b>AR</b> – AUGMENTED REALITY	pág. 22
<b>BCA</b> – BUILDING AND CONSTRUCTION AUTHORITY	pág. 77
<b>BDA</b> – BUILDING DESIGN ADVISOR	pág. 14
<b>BDS</b> – BUILDING DESCRIPTION SYSTEM	pág. 14
<b>BIM</b> – BUILDING INFORMATION MODELING	pág. 04
<b>BIMLOs</b> – BIM LEARNING OUTCOMES	pág. 50
<b>BREP</b> – BOUNDARY REPRESENTATION	pág. 14
<b>CAD</b> – COMPUTER AIDED DESIGN	pág. 11
<b>CGS</b> – CONSTRUCTIVE SOLID GEOMETRY	pág. 14
<b>EAU</b> – EMIRADOS ÁRABES UNIDOS	pág. 75
<b>ECTS</b> – EUROPEAN CREDIT TRANSFER SYSTEM	pág. 40
<b>ESBIM</b> – COMISSÃO BIM ESPANHOLA	pág. 63
<b>FA</b> – FACULDADE DE ARQUITETURA	pág. 38
<b>FAUL</b> – FACULDADE DE ARQUITETURA DA UNIVERSIDADE DE LISBOA	pág. 37
<b>GLIDE</b> – GRAPHICAL LANGUAGE FOR INTERACTIVE DESIGN	pág. 14
<b>HCI</b> – HUMAN COMPUTER INTERACTION	pág. 14
<b>IFC</b> – INDUSTRY FOUNDATION CLASSES	pág. 24
<b>IAM</b> – INTEGRATED ARCHITECTURAL MODELS	pág. 108
<b>KPI</b> – KEY PERFORMANCE INDICATORS	pág. 82
<b>LOD</b> – LEVEL OF DETAIL	pág. 18
<b>MIARQ</b> – MESTRADO INTEGRADO EM ARQUITETURA	pág. 90
<b>MSC</b> – MASTERS OF SCIENCE	pág. 33
<b>OA</b> – ORDEM DOS ARQUITECTOS	pág. 59
<b>PALOP</b> – PAÍSES AFRICANOS DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA	pág. 39
<b>PC</b> – PERSONAL COMPUTER	pág. 14

<b>PFM</b> – PROPOSTA FINAL DE MESTRADO	<b>pág. 40</b>
<b>POOC</b> – PLANO DE ORDENAMENTO DA ORLA COSTEIRA	<b>pág. 72</b>
<b>PTBIM</b> – COMISSÃO BIM PORTUGUESA	<b>pág. 63</b>
<b>RIBA</b> – ROYAL INSTITUTE OF BRITISH ARCHITECTS	<b>pág. 42</b>
<b>TDI</b> – TECNOLOGIAS DE DESIGN DE INFORMAÇÃO	<b>pág. 98</b>
<b>TI (IT)</b> – TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO	<b>pág. 70</b>
<b>UC</b> – UNIDADE CURRICULAR	<b>pág. 44</b>
<b>UE (EU)</b> – UNIÃO EUROPEIA	<b>pág. 26</b>
<b>VR</b> – VIRTUAL REALITY	<b>pág. 22</b>





# 01 | INTRODUÇÃO

1 e 2 | Vários, 2013. Dicionário de Língua Portuguesa. Porto Editora: Porto

3 | Disponíveis na descrição do curso de Mestrado Integrado em Arquitetura no site da Faculdade de Arquitetura de Lisboa

<http://graduacao.fa.ulisboa.pt/index.php/en/cursos-2/arquitetura-2/m-i-arquitectura-3>

# 01 | INTRODUÇÃO

## 1.1. Enquadramento

Um profissional é aquele que “*sabe de uma profissão*”<sup>(1)</sup>, “*que desempenha o seu trabalho de modo sério, rigoroso, competente*”<sup>(2)</sup>, que como tal adquire conhecimento e competências fulcrais à profissão numa fase anterior ao estatuto de profissional para posteriormente serem aplicadas e desenvolvidas de forma a ser considerado como tal. Consequentemente existe um momento intermédio que faz a transição entre esta fase de aprendiz e especialista.

Na dimensão dos cursos superiores em Portugal, grande parte fomenta e disponibiliza ao estudante estágios curriculares em empresas ligadas à área do formando como medida de transição, onde de facto o estudante consegue ver como é que no mundo profissional se aplica aquilo que aprende na instituição de educação. No curso de arquitetura essa transição é colocada de forma mais abrupta onde a transição é feita apenas de maneira teórica nas disciplinas de Laboratório de Projeto em que “*os alunos operam sobre criações humanas onde estão patentes formas de pensamento e de expressão, científicas, humanísticas e artísticas, ligadas ao território, natural e artificial, que designamos como os espaço habitado pelo ser humano*”<sup>(3)</sup>.

A ausência de estágios curriculares e de outras variáveis que irão ser abordadas ao longo desta dissertação, fazem com que o aluno muitas vezes não consiga ter noções ligadas ao mundo profissional que deveriam ser consciencializadas pelos mesmo antes de se tornarem profissionais na área de arquitetura.

Com o intuito de solucionar esta problemática surge a necessidade de introduzir um método de trabalho que responda tanto às necessidades do curso de Arquitetura como ainda que auxilie o estudante preparando-o para a fase seguinte à academia. Nunca esquecendo que a formação de um arquiteto está em constante desenvolvimento, não se adquire apenas na faculdade e não se desenvolve só numa entidade comercial, pois a constante procura de informação e capacidade de inovação são independentes à faixa etária do arquiteto e ao exercício da arquitetura.

## 1.2. Tema e problemática

O tema desta investigação centra-se em como o Building Information Modeling pode enriquecer a prática da Arquitetura em todas as suas fases e em todas as suas dimensões. Uma ferramenta que pretende conhecer e demonstrar a potencialidade que um sistema integrado de gestão de informação pode ter na prática da Arquitetura, Engenharia, Construção e Design. Um programa que auxilia o futuro e/ou o atual arquiteto a estabelecer uma maior proximidade com a realidade, a reduzir o tempo dedicado à modelação de projetos e a acabar com o distanciamento existente entre especialidades. Um sistema que apesar das suas inúmeras vantagens ainda não é muito compreendido em Portugal e em alguns países, o que faz com que não exista um consenso absoluto quanto à aplicação desta ferramenta como método de ensino.

Para tal, a investigação consistirá numa análise à ferramenta e às suas atuais aplicações para formular uma hipótese de solução - à problemática de um curso de Arquitetura desajustado das novas necessidades da profissão - que fomente a utilização do BIM no curso de arquitetura enquanto ferramenta de modelação, conector entre as diferentes disciplinas e que auxilie o aluno a compreender as diferentes valências de um objeto arquitetónico. Também é necessário que já numa dimensão profissional a proposta saliente a importância do trabalho em equipa, e que explique a cadeia de valor e da partilha de informação.

A dissertação deverá responder ainda a problemas como quais as novas ferramentas, valores e métodos utilizados na profissão de arquitetura; quais as exigências do mercado de trabalho em arquitetura, nacional e internacionalmente; como poderá o curso de arquitetura integrar o conceito BIM; e ainda se estarão os métodos de trabalho adaptados ao novo paradigma digital e arquitetónico mundial; para dar resposta à questão de como poderá a formação acompanhar a evolução na área da Arquitetura.

### 1.3. Objetivos

O principal objetivo da presente dissertação é criar uma proposta de modelo curricular para o curso de Mestrado Integrado em Arquitetura. Esta hipótese consistirá num conjunto de soluções práticas a serem adotadas nas unidades curriculares de forma a alcançar uma relação entre a academia e o atelier através do BIM. Ao criar esta hipótese de solução estará a ser feita um alerta aos futuros e atuais arquitetos das dimensões da ferramenta BIM e do auxílio desmesurado que esta pode fornecer. Logo, para suportar este objetivo principal será intrínseco explicar, apoiada nas estatísticas e estudos apresentados na bibliografia, que o Building Information Modeling faz parte da nova revolução arquitetónica - competência essencial num futuro de sucesso do arquiteto.

Pretende-se compreender de que maneira o BIM pode contribuir para a formação no curso de Arquitetura, logo é necessário clarificar a ferramenta BIM enquanto método de trabalho, compreendendo a ferramenta na sua totalidade. Após a leitura do presente documento, o leitor deverá ter plena consciência de quais as vantagens e as desvantagens que a ferramenta oferece e o que poderá conseguir retirar a partir da sua utilização - como a rentabilização de um processo de projeção por exemplo.

Sempre consciente de que um método BIM é um processo ainda em desenvolvimento que pode ser melhorado até pelo próprio utilizador e que apesar de ainda bastante desconhecido já se encontra em expansão, demonstrando assim o papel da formação para alcançar o novo paradigma mundial arquitetónico.

## 1.4. Estrutura da dissertação

Sendo o foco da dissertação uma proposta de integração do BIM no curso de arquitetura foi estritamente necessário a investigação a três conceitos: Building Information Modeling, Curso de Arquitetura e Arquiteto. Definindo uma base de conteúdos e características de cada conceito, foi possível provocar um confronto de diferenças entre os conceitos a partir de casos de estudo, para por fim realizar a ligação pretendida entre os três que conjugasse os objetivos pretendidos.

Primeiramente é realizado uma introdução ao tema explicando quais os motivos e objetivos do presente documento para proporcionar algum enquadramento.

Numa segunda abordagem é definido o primeiro conceito – Building Information Modeling, a partir de uma explicação quando ao seu significado, definição e enquadramento histórico. São apresentadas conjuntamente as suas dimensões, vantagens e desvantagens, os seus níveis de maturidade e filosofia. Por fim é apresentado o contexto normativo do conceito com intuito de esclarecer alguns métodos de implementação do BIM mundialmente.

Já na terceira fase são apresentados os primeiros dois casos de estudo para definir e contextualizar o conceito de curso de Arquitetura: os aspetos programáticos, curriculares e as políticas BIM do curso de Mestrado Integrado em Arquitetura da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa primeiramente; e o curso de Arquitetura, a política BIM, os conteúdos programáticos, os prazos e objetivos da Faculdade de Arquitetura de Liverpool. Concluindo o capítulo com um confronto entre os dois cursos.

No capítulo seguinte é apresentado a objetividade e a subjetividade da definição de arquiteto através de uma análise de mercado entre os dois últimos casos de estudo: o testemunho de um atelier em português pelo Sr. Arquiteto António Pina, e a análise do ponto de inflexão da aplicação do BIM numa obra pública, numa obra privada e numa empresa.

Por fim é realizada uma proposta curricular de implementação de um renovado curso de Arquitetura, onde se considera uma síntese, uma avaliação crítica e um método de aplicação que apresente um resumo de todos os conceitos previamente abordados.





# 02 |

## ESTADO DO CONHECIMENTO



**Figura 1 | Charles M. Eastman . Fotografia**

Charles M. Eastman ou Chuck Eastman é um dos nomes pioneiros na indústria da AEC. Professor na Universidade de Design e Ciência Computacional no Georgia Institute of Technology e director da Georgia Tech Digital Building Lab, é especializado nas áreas da modelação paramétrica e interoperabilidade. Charles Eastman é um autor de várias obras relacionadas com o Building Information Modeling e vencedor de prémios como Lifetime Research Achievement Award em 2000 e Design Intelligence 30 Most admired Educators em 2014.

## 02 | ESTADO DO CONHECIMENTO

### 2.1. Definição de BIM

#### 2.1.1. O que é o BIM?

Em 1970, Charles M. Eastman relaciona um conjunto de princípios num único software, princípios esses que viriam a ser a base de qualquer software BIM - anos mais tarde. Eastman acreditava que uma ferramenta de projeção onde os elementos fossem representados por uma vasta biblioteca de informação, sobrepor-se-ia à utilização dos métodos adotados até então. O objetivo de Eastman e dos seus pares era criar uma alternativa aos presentes modelos de modelação CAD que limitavam a representação a uma interpretação a duas dimensões.

Segundo Eastman no livro *BIM Handbook* (et al., 2011, p.1) “O Building Information Modeling (BIM) é um dos desenvolvimentos mais promissores na indústria da arquitetura, engenharia e construção”, no entanto, parece ainda - ano 2018 - uma ferramenta que apenas é utilizada em casos particulares ou de grande necessidade. Para contrariar este paradigma é necessário compreender o que de facto é o conceito de Building Information Modeling, os seus valores e as suas ferramentas, onde o ponto de partida para o compreender é que o BIM é um sistema, enquanto que programas como o Revit, AllPlan, ArchiCAD são apenas softwares demonstrativos de um processo em BIM.

Building Information Modeling, traduzido à letra, Construção, Informação e Modelação é uma metodologia que interliga todos os diferentes componentes associados às áreas da AEC e Design, que pretende principalmente melhorar a comunicação e a cooperação durante todas as fases de um empreendimento: desenho, construção, gestão, manutenção e demolição. Isto é, proporcionar a todos os intervenientes de um projeto, no âmbito da AEC, uma experiência digital completa antes do exercício real.

Criado para ser a ferramenta perfeita, o Building Information Modeling não substituí o carácter subjetivo e humano do arquiteto, porém também não foi concebido

para criar apenas simulações digitais acessórias de efeito visual. Assim sendo, pode ser considerado como uma versão digital completa da construção, onde o papel de todos os intervenientes tal como todos os seus constituintes (Design, Construção e Operação) são igualmente relevantes para uma correta aplicação.

Sendo a Informação a letra chave da sigla, ao criar uma simulação digital que simultaneamente relaciona a bidimensionalidade com a tridimensionalidade de um projeto, todos os seus elementos provêm de uma biblioteca standart de objetos onde cada um tem a sua função e performance associada. Isto é, contrariamente a outras ferramentas de trabalho que definem os elementos da construção a partir de pontos e linhas, um processo BIM implica a aplicação de um elemento. Este elemento tem volume, material, composições físicas e mecânicas. O objeto deixa de ser algo representativo só por si, mas sim um objeto que se relaciona com os restantes do projeto – uma entidade que se interseta, conecta com outras, onde todos corretamente aplicados formam na íntegra a informação necessária para esclarecimento de qualquer interveniente na construção.

Outra característica associada à Informação é a capacidade de proporcionar uma colaboração multidisciplinar, com carácter de interoperabilidade ocasionando uma abordagem colaborativa. Assim sendo, para além de um conjunto de desenhos que formam um projeto, é também uma ferramenta de gestão pois todas as características construtivas, de manutenção, segurança e custo provêm da mesma fonte. Porém por questões de hierarquia ou segurança da entidade responsável pelo projeto é possível recorrer de variadas formas a esta automação da informação, pois previamente pode ser definido em qualquer software BIM *quem tem acesso, o que pode ver, o que pode alterar*, não comprometendo assim qualquer informação disponível a cerca do ciclo de vida da construção.

Para além dos conceitos associados às letras da sigla para alguns especialistas seria ainda importante acrescentar outra letra “I” mas como *Inteligente*. Este método de estudo e de análise de uma sequência construtiva permite criar um dos temas tão abordados no âmbito da AEC neste período histórico – a sustentabilidade. A ferramenta de informação permite a otimização de qualquer projeto ou infraestrutura dando o passo seguinte nas questões relativas à sustentabilidade, os edifícios inteligentes. A globalização, a importância da envolvente e meio circundante e o limitado número de recursos naturais são aspetos que justificam a adoção do BIM na

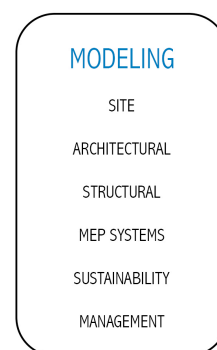
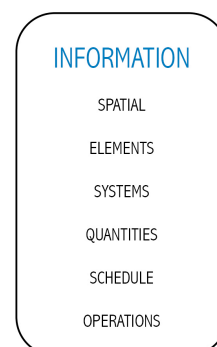


Figura 2 | Conceito BIM .  
Representação Gráfica

indústria. Em vez de existir um estudo prévio destes aspetos, a conceção em BIM permite um estudo e adaptação contínuos ao longo de todo o processo de design, construção e operação.

## 2.1.2. Enquadramento Histórico

### Métodos de representação - dos Clássicos à Era Digital

A História da Arte Mundial é qualificada como sendo um período de tempo preenchido de continuidades e rupturas. Na arquitetura, pintura, escultura, música, cinema e design os volumes, desenhos e espaços assumem-se como representações de estilos anteriores ou chocam o espetador por divergirem dos seus contemporâneos. A evolução dos métodos de estudo e projeção de arquitetura têm vindo a sofrer o mesmo padrão desde os cânones utilizados no Egito ou na Grécia em 3000 a.C. Neste período a modelação bidimensional de um projeto era feita através de representações diretamente no terreno a partir de conhecimentos de Geometria. Estes métodos na altura totalmente progressistas permitiram a criação de monumentos de grande escala volumétrica como é o caso das pirâmides (MAGALHÃES, 2015).

Já no Renascimento existe uma ruptura significativa quando surgem os primeiros desenhos técnicos criados a partir de noções matemáticas e de geometria – pontos de fuga, perspetiva e escala (SHULER e MUKAI, 2008). Até 1746 –na Arquitetura – a projeção tridimensional a partir de maquetes sempre foi mais utilizada do que propriamente a projeção bidimensional, só neste ano a partir da invenção por Gaspar Monge do sistema de dupla projeção ortogonal é que ambos os tipos de projeção começaram a funcionar enquanto métodos dependentes de projeto (SHULER e MUKAI, 2008).

A partir de 1962, com o aparecimento dos computadores nos espaços de trabalho, os métodos de projeção e representação arquitetónicos começam a dar os primeiros passos na Era Digital – uma Era onde os desenhos bi e tridimensionais deixam de ser realizados à mão e passam a ser concretizados segundo softwares de Desenho Assistido por Computador – CAD (SAINZ e VARLDERRAMA, 1992).

## Data Base softwares – bases para o Building Information Modeling

Em 1963 dois fatores em conjunto permitiram a criação das primeiras representações geométricas a computador que se tornaram as bases para todo o tipo de desenho assistido por computador até ao ano de 2018. A interface gráfica da empresa SAGE conjunta ao software denominado de Sketchpad permitiu que entre 1970 e 1980 fossem desenvolvidos os programas CSG (Constructive Solid Geometry) e Brep (boundary representation) que impulsionaram os arquitetos da altura a criarem ferramentas digitais que auxiliassem o processo de trabalho entre Homem (arquiteto) e a Máquina (computador) – aparecimento dos primórdios da HCI (human-computer interaction) (MONCHAUX, 2011).

Como foi mencionado no capítulo da definição do conceito de Building Information Modeling, em 1970 o software Building Description System foi lançado por Charles Eastman. O BDS foi divulgado enquanto protótipo numa parceria de Eastman com a empresa DARPA. Numa época em que ainda não existia o conceito de computadores pessoais (PC), o protótipo de software permitia representar um projeto a partir de representações bidimensionais, vistas em perspetiva e acesso a informação catalogada. Em 1977, num PDP – 10, Eastman desenvolveu e aprimorou o software BDS, criando o primeiro programa que lançaria os ideais BIM num software na indústria da AEC – o Graphical Language for Interactive Design.

A partir dos anos 80 vários softwares semelhantes foram desenvolvidos em Inglaterra como o GDS, RUCAPS e o Sonata. Em 1993, é lançado o Building Design Advisor pelo laboratório Lawrence Berkeley National. O BDA era um software que apreendia os conceitos e ferramentas do software GLIDE de Eastman mas que pela primeira vez aplicava a noção de informação aos elementos da biblioteca já preexistente: orientação, performance, geometria e propriedades dos materiais.

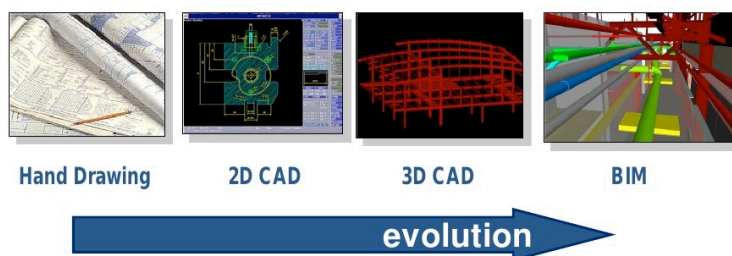


Figura 3 | Evolução da representação em Arquitetura . Diagrama

## Softwares BIM – ArchiCAD e Revit

Os softwares mais conhecidos no mercado BIM atualmente são também os mais utilizados: ArchiCAD e Revit. Estes dois programas foram criados por dois visionários na União Soviética em 1982 e 2000 respetivamente. O software ArchiCAD - denominado na altura de Radar CH, foi criado em Budapeste pelo físico Gábor Bojár a partir de uma tecnologia semelhante ao BDS de Eastman, que apesar do seu início conturbado, graças a instabilidade que se vivia na Europa na altura e a falta de capacidade dos computadores pessoais, só no período entre 2007 – 2011 é que de facto começou a ser empregue em vários ateliers e projetos mundialmente; mais concretamente em mais de 1 000 000 segundo a empresa Graphisoft.

Em 2000 a empresa Charles River Software lança o software Revit com a colaboração do arquiteto David Conant. Os criadores do novo software – Irwin Jungreis and Leonid Raiz, em 1988 tinham desenvolvido um programa (na altura na empresa Parametric Technology Corporation) intitulado de Pro/ENGINEER que serviu de base para a criação deste novo software que representava uma evolução do ArchiCAD com o fim de alcançar projetos mais complexos. O nome Revit surge então dos dois fundamentais princípios associados ao projeto: “speed” e “revision”. Em 2002 a Autodesk adquire a empresa.

**Figura 4 | Gábor Bojár . Fotografia**

Gábor Bojár nasceu em 1949 na cidade de Budapeste na Hungria. Físico de formação, em 1982 fundou a empresa GRAPHISOFT também em Budapeste. Numa altura controversa na História Europeia Gábor conseguiu elevar o nome da Hungria pelos Estados Unidos admitindo mais tarde a BBC UK a Novembro de 2002 que quando quis lançar o seu mais famoso software – ArchiCAD – teve de empenhorar as joias da mulher de maneira a conseguir capital para contrabandear quatro computadores Apple Macintosh pela Cortina de Ferro Alemã. Hoje em dia a empresa conta com 300 empregados, 10 escritórios com distribuidoras para 80 países.



**Figura 5 | David Conant, Irwin Jungreis e Leonid Raiz . Fotografia**

Em 2015 na Revit Technology Conference na cidade de Washington DC os cofundadores do software Revit – Irwin Jungreis e Leonid Raiz conjuntamente com o arquiteto David Conant, lembraram os primeiros projetos criados pelo programa como a Freedom Tower em Manhattan. O projeto foi criado a partir de vários modelos BIM conectados entre si. Sendo o primeiro teste a grande escala de grande impacto no “skyline” de uma cidade tão conhecida como Nova York, a sua construção permitiu pela primeira vez a colaboração simultânea entre arquitetos, engenheiros e construtores num único modelo.



### 2.1.3. Dimensões

Quando se utiliza um software BIM não implica que de facto se esteja a realizar um trabalho segundo um método em Building Information Modeling. A forma de modelação mais recorrente, digamos tradicional, que consiste na utilização de um software Revit – por exemplo – onde os documentos bidimensionais e tridimensionais são apenas representações fixas de desenhos técnicos do objeto arquitetónico, não é um método de Building Information Modeling.

O método correto implica a cooperação entre as diferentes valências de uma projeção. É um procedimento de trabalho, que ao envolver todos os futuros intervenientes do projeto desde a fase de conceito até à sua construção, permite agilizar o processo projetual.

Ao dar a conhecer o projeto a todos os intervenientes (atelier, cliente, empresa de construção, empresa que fornece os materiais, entre outras) desde o início está-se a criar um vínculo de informação útil ao projeto pois torna o objeto em algo rentável, eficiente e sustentável desde o início. Este método previne - já numa fase de obra – que o objeto arquitetónico não sofra alguma alteração que o prejudique em termos de custos ou eficiência energética, ou até o seu ciclo de vida.

O principal objetivo da utilização da ferramenta é que seja utilizada enquanto um processo caracterizado pelo trabalho multidisciplinar em equipa - forma de modelação BIM - onde todos os seus intervenientes sejam vistos de modo igualmente importante, sem perdas de informação e de troca de dados contínua, em que todo e qualquer projeto seja uma experiência digital, por inteiro, da realidade. Para que tudo seja possível definiram-se dimensões que organizam, faseadamente, cada projeto.

As duas primeiras dimensões são as mais recorrentemente utilizadas. Como o próprio nome indica, são todos os desenhos técnicos e figuras possíveis de retirar de um projeto realizado num software BIM.

Cada dimensão relaciona-se com a anterior, pois consiste na dimensão que a antecedeu mais a sua própria função. Isto é, Succar define 6 dimensões BIM: a 2D – bidimensionalidade, eixos x e y; a 3D – tridimensionalidade, eixos x, y e z; a 4D – 3D + agendamento/ timeline; 5D – 4D + custo; 6D – 5D + sustentabilidade/ project life cycle; 7D – 6D + Manutenção.

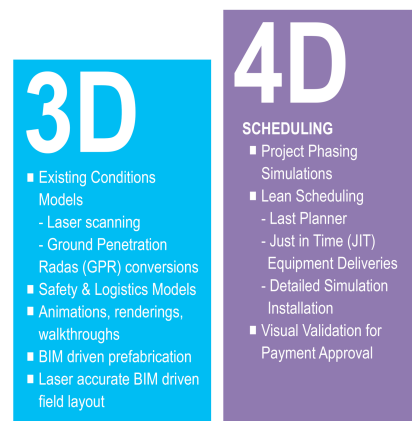


Figura 6 | Dimensões do BIM . Tabela de Pormenor

Estas dimensões (2D + 3D) estão dependentes entre si – uma vez realizando uma alteração num desenho os restantes serão atualizados, logo é impossível trabalhar em qualquer uma das duas dimensões sem comprometer a outra. Particularmente na dimensão 3D existe um processo denominado de “model checking” que se subdivide por sua vez em code checking e clash detection. Este processo é um método de verificação da coerência e da veracidade da relação entre os diferentes objetos (famílias). Assim é possível verificar se o modelo está entre as normas e objetivos específicos do projeto (code checking) e/ou se existe algum conflito (clash detection).

A terceira dimensão – 4D – contém todos os elementos que constituem a fase anterior mais a componente de gestão de tempo. Referida também como dimensão do Agendamento ou Timeline esta extensão permite a extração de toda a informação relativa ao tempo dos constituintes do projeto desde a sua criação e do seu desenvolvimento até à demolição. Esta dimensão permite aos especialistas de cada área (construção ou fabricação) solucionar diretamente no sistema algum conflito ou problema que apareça, pois é detetado atempadamente qualquer possível erro, relativo ao ciclo de vida do projeto, no modelo virtual. Como método de gestão, previne a perda de informação entre o arquiteto e o fabricante, auxilia na execução da obra e evita a falta de comunicação entre todos os intervenientes.

A dimensão 5D é a principal responsável para o desenvolvimento de um projeto eficiente pois esta dimensão está diretamente ligada com a análise de custos das atividades efetuadas em todo o projeto. O 5D é referido como a fase da análise de quantidade e gastos: uma operação que lista todos os constituintes do projeto quanto aos valores necessários para itens de construção, serviços, mão de obra entre outros, atribuindo um preço unitário real e atualizado. Assim em tempo real, de execução de obra, os custos e as atividades estarão previamente estudados por esta fase, contribuindo para uma maior exatidão quanto ao orçamento.

A penúltima dimensão – 6D – Sustentabilidade, notifica a cerca das características energéticas do edifício. Através de dados, diretamente ligados com as especificidades energéticas dos materiais do projeto (ventilação, acústica, coeficientes térmicos) e do local de implantação, esta dimensão permite a realização de estudos quanto ao possível consumo energético. Logo, obriga a uma metodologia de trabalho responsável, onde os processos de escolha e projeção estão diretamente ligados a uma aplicação de resultados economicamente (rendimento e produção) e ambientalmente (preservação e gestão dos recursos naturais) sustentáveis.

## 5D

### ESTIMATING

- Real time conceptual modeling and cost planning (DProfiler)
- Quantity extraction to support detailed cost estimates
- Trade Verifications from Fabrication Models
  - Structural Steel
  - Rebar
  - Mechanical/Plumbing
  - Electrical
- Value Engineering
  - What-if scenarios
  - Visualizations
  - Quantity Extractions
- Prefabrication Solutions
  - Equipment rooms
  - MEP systems
  - Multi-Trade Prefabrication
  - Unique architectural and structural elements

## 6D

### SUSTAINABILITY

- Conceptual energy analysis via DProfiler
- Detailed energy analysis via Eco Tech
- Sustainable element tracking
- LEED tracking

Por fim, a dimensão 7D refere-se a um projeto realizado segundo uma completa aplicação de um sistema BIM dado que contém um processo de trabalho que recorre a todas as anteriores dimensões. Esta dimensão opera segundo o ciclo de vida do projeto. Isto é, permite retirar conclusões quanto ao tempo de vida útil do edifício (desde a sua conceção à sua demolição) segundo dados de manutenção e de garantia dos componentes da construção. Ao saber o ciclo de vida ativo dos materiais é possível fazer-se uma otimização do projeto através de substituições de peças ou elementos, segundo o ciclo de vida que se pretende. Por sua vez, a dimensão 7D confronta esta informação com outros dados estatísticos como dados referentes à demografia ou clima do local de implantação do edifício.



**Figura 7 | 7ª dimensão BIM .**  
**Tabela de pormenor**

## 2.1.4. Níveis de Detalhe

LoD ou Level of Detail considera-se como o nível de pormenor até onde o projeto poderá ir na sua representação. Este divide-se em 5 níveis globais do LoD 100 ao LoD 500, de nomenclatura variável na casa das centésimas para que futuramente, caso necessário, seja possível acrescentar níveis intermédios como subclasses (dezenas). Para que um projeto seja realizado eficientemente e de forma cooperativa é necessário que prontamente se defina até que nível LoD todos os intervenientes acham necessário chegar.

Conforme o algarismo das centenas aumenta, também a especificidade, a certeza, os conteúdos e a geometria evoluem, ou seja, aumentam o nível de detalhe e a qualidade, e detalha-se a informação. Cada escalão tem associado um nome alternativo que resume o objetivo do nível.

Existe alguma confusão entre Level of Detail e Level of Development, porém apesar de inicialmente terem sido definidos como conceitos distintos e independentes, contemporaneamente os especialistas combinam os dois conceitos como sendo as duas vertentes numa análise LoD. Os conceitos conseguem estar ambos presentes num elemento dado que um é relativo à qualidade (nível de detalhe – LoD) e outro à quantidade (nível de desenvolvimento – DoD). Uma análise DoD está direcionada para a quantidade de informação que pode apresentar um elemento, contrariamente ao LoD que é uma precisão gráfica da realidade. No entanto quando nos referimos a Níveis de Detalhe ambos os conceitos estão presentes.

### LoD 100 – Modelo Conceptual



Este nível de detalhe é denominado de conceptual porque é uma representação simbólica de um modelo genérico, de carácter informativo. É a categoria associada aos estudos preliminares do projeto, geralmente representativos de um conceito sem qualquer carácter geométrico.

### LoD 200 – Geometria Aproximada



Este patamar de detalhe dá a conhecer as formas genéricas do projeto. As representações e informações oferecidas pelo LoD 200 são de objetos simples e das suas características físicas generalizadas como a massa, áreas, volumes e algumas dimensões. O nível de detalhe é o suficiente para proporcionar uma visão volumétrica do objeto arquitetónico e de alguns elementos construtivos do mesmo, principalmente os elementos ligados à exequibilidade técnica e legal.

### LoD 300 – Geometria Precisa



Sendo uma versão mais desenvolvida do LoD 200, este nível é também chamado de Documentação. Aqui existe uma maior precisão quanto a qualquer aspeto que no nível anterior seria apenas representativo como as características métricas, de orientação ou de localização. Dado o realismo percentual que esta fase adquire já é possível quantificar elementos estruturais gerais e específicos, bem como a avaliação de custos e prazos.

### LoD 400 – Fabricação



Um modelo que apresente um nível de detalhe de fabricação (chamado modelo detalhado) apresenta já um desenvolvimento bastante aprofundado de todos os elementos. Esta fase tem todos os detalhes necessários à construção como informações relativas aos fabricantes e à instalação de todos os elementos que constituem o objeto arquitetónico.

Figura 8 | Níveis LoD . Axonometria

## LoD 500 – As built

Como último nível, o LoD 500 apresenta um detalhe minucioso da realidade. Neste patamar o modelo contém toda a informação gráfica e não gráfica do projeto como os desenhos; tabelas de rendimento, custos, comportamentos; caderno de encargos e toda a descrição dos elementos que o compõem. Aqui é possível responder a qualquer fase ou necessidade do projeto. Uma vez o projeto concluído, se numa fase de construção todas as possíveis alterações forem registadas neste nível, será possível acompanhar o ciclo de vida do edifício.



Figura 9 | Último Nível LoD . Axonometria

## 2.1.5. Dinâmica

### Vantagens

Um método de trabalho apoiado num protótipo inteligente virtual composto pelos equivalentes digitais de elementos reais já por si define o Building Information Modeling como uma ferramenta vantajosa para a indústria da AEC. A visualização simultânea da bidimensionalidade versus a tridimensionalidade, a gestão de dados, a informação catalogada e informatizada, o total controlo e visualização de um modelo digital com todas as operações do edifício e o formato de interajuda e cooperação são alguns dos conceitos que colocam o BIM no mercado da indústria como a nova aptidão necessária para alcançar o objetivo das construções inteligentes e sustentáveis impostos numa escala global.

Apesar de ainda haver alguma desconfiança e ambiguidade quanto à adesão desta ferramenta em regime profissional e/ ou académico, é de consenso geral que a lista de vantagens se sobrepõe às desvantagens do processo uma vez que são possíveis encontrar vantagens para todos os intervenientes. Para o cliente o método BIM implica uma total garantia de viabilidade de construção e manutenção do empreendimento, por sua vez também assegura um orçamento fixo por parte dos fornecedores, construtores e projetistas.

Desta forma, ao facilitar uma colaboração contínua entre disciplinas promove a otimização e gestão de toda a operação, fomenta o trabalho de equipa e aprimora a tomada de decisões.

Outro aspeto positivo é capacidade de se obter informação a tempo real como desenhos e relatórios atualizados no momento, bem como a visualização de todo o histórico associado ao projeto. Dado que todos os métodos de representação são atualizados simultaneamente e que o modelo é uma representação digital da realidade, existe maior disponibilidade e tempo para os projetistas estudarem aspetos de maior inovação e complexidade. Resumindo, um método BIM pode ser também definido de três formas: mais produção, melhor qualidade, menos recursos.

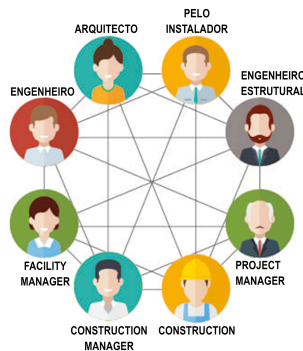


Figura 10 | Intercâmbio de Projetos 2D .  
Esquema

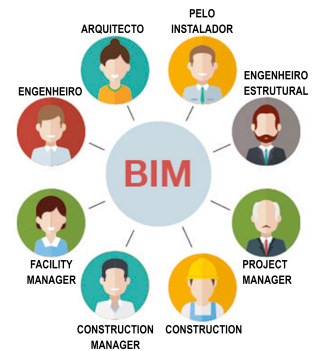


Figura 11 | Interoperabilidade BIM .  
Esquema

## Desvantagens

Como desvantagens são apenas mencionados problemas quanto à adoção deste método e não propriamente ao método em si (EASTMAN, 2011). Isto é, dado o BIM ser uma mudança de paradigma no que envolve métodos de trabalho e modelação na indústria, a sua principal desvantagem é a fase de implementação. Primeiramente é necessário compreender na totalidade os objetivos e conceitos da ferramenta, bem como os seus softwares e para que aconteça implica que a empresa ou faculdade disponibilize tempo e recursos para a formação dos funcionários ou que se contrate um BIM manager. Qualquer uma das opções acarreta uma diminuição inicial na produtividade (dado que irão ser alterados os métodos de trabalho até então utilizados) e um aumento dos custos (seja salarial para contratar um especialista ou como investimento na aquisição dos softwares e hardwares).

## Era Digital

Existe uma vantagem competitiva na utilização do Building Information Modeling ligada a dois desenvolvimentos tecnológicos: a realidade virtual (Virtual Reality) e a realidade aumentada (Augmented Reality). A Era Digital é marcada por fortes e rápidos avanços tecnológicos como o Computador Pessoal, a IBM, a Internet, o Smart Device, o Whatsapp, Ebay, entre outros; porém com a junção dos fenômenos de VR, AR e BIM a indústria ligada à construção pode sofrer um forte impacto e assumir-se enquanto um ramo de negócio modelo e modernizado que reconhece a importância da tecnologia na sociedade.

A Realidade Aumentada e a Realidade Virtual são dois instrumentos distintos mas que se complementam. A Realidade Virtual consiste num cenário digital, gerado por um computador, compreendido numa realidade alterada, a três dimensões que proporciona uma experiência sensorial ao expectador. A criação da VR teve como principal objetivo superar quaisquer barreiras físicas, sociais, económicas e financeiras, num mundo paralelo digital. A Realidade Aumentada foi criada em 1992 para fins militares. A sua principal função é a de enriquecer o nível de informação de um objeto real a partir de informação digital. Contrariamente ao conceito de realidade virtual, a AR pretende dar conhecimento sobre algo que não consegue ser reconhecido a nível sensorial, assim os softwares desta realidade conseguem acrescentar objetos 3D, vídeos ou áudio a um cenário pré-existente mas vazio de informação que não é palpável ou visível.

Sendo o BIM uma base de dados de informação, o modelo conjuntamente com softwares de VR e AR - como o BIM Voyager ou o Edificus – pode oferecer uma experiência diferente do comum ao cliente. Uma experiência sensorial em que o espetador pode sentir, observar (como observador ou como integrante da construção) e de facto viver o objeto arquitetónico muito antes da sua conceção. Este método de visualização pode auxiliar na tomada de decisões ou a convencer e demonstrar as ideias e conceitos do arquiteto ao cliente, tornando-se assim numa vantagem competitiva. Outra vantagem da utilização do BIM é que existe uma previsão para integrar parte da ferramenta a um dispositivo Smart – uma aplicação que oferece ao cliente todas as dimensões e características, atualizadas ao segundo, do objeto encomendado.

## 2.1.6. Níveis de Maturidade

Os chamados níveis do BIM são os diferentes patamares de relação crescente de pormenor e detalhe do projeto produzido numa lógica de Building Information Modeling. Esta relação é definida através de quatro níveis de maturidade onde, à medida que se evolui nos níveis, a representação, definição, conceitos e informação dos elementos aumentam gradualmente.

Os 4 níveis servem principalmente de auxílio num processo de adoção do BIM por uma entidade, seja ela comercial ou educacional. Porém alcançar os diferentes níveis de maturidade não é suficiente para que a aplicação da metodologia seja eficaz e adequada em absoluto. É essencial que a instituição tenha plena consciência das suas falhas e do que pode vir a alcançar se aplicar este procedimento de trabalho (SUCCAR, 2008). Equipas multidisciplinares onde existe uma troca de informação contínua e de regime cooperativo são objetivos a adquirir antecipadamente.

### Nível 0: Pré-BIM

O primeiro nível é definido pelas práticas e métodos tradicionais ao BIM, onde os desenhos/ esboços do futuro projeto são transpostos para desenho CAD, transacionando assim do papel para o computador. A planificação, representação 2D é um género de representação que é comum – à época – a toda a indústria AEC. Como já foi concluído, este sistema de representação exige algum investimento tecnológico onde a informação é independente e requer interpretação; inclusive é um nível rudimentar e de alguma ineficiência (comparativamente aos níveis seguintes) propicio a erros.

### Nível 1: Modelação

Na segunda fase (nível 1) o projeto passa a ser representado segundo um modelo tridimensional assumindo assim o primeiro estágio da modelação BIM. Neste nível cada especialidade responsável pelo projeto deverá criar um modelo tridimensional da sua área. O resultado será um conjunto de modelos visuais com alguma informação, no entanto a comunicação e cooperação continuará a ser deficiente dado que os modelos serão independentes entre si. Neste nível a documentação final do projeto continuará a ser, maioritariamente, bidimensional.

## Nível 2: Colaboração

Só no nível 2 é que de facto existe uma alteração a nível da partilha e organização de informação relativamente aos diferentes objetos do modelo. A noção de especialidades e trabalho independente desaparece. Sendo um nível denominado de colaboração está implícito o trabalho em comum, a cooperação, assim sendo existe a criação de um único modelo comum a todos. A partilha de informação ainda não é total e de fácil acesso pois este modelo comum obriga a que todos os colaboradores operem segundo o mesmo software ou segundo um ficheiro em formato IFC ou COBie. É também neste nível que já se utilizam as dimensões 4D e 5D do BIM.

## Nível 3: Integração

No nível final – nível 3 – a modelação do projeto deixa de ser considerada apenas uma representação gráfica do edifício e das suas valências mas também uma representação exata do ciclo de vida do edifício, dos seus diferentes componentes construtivos e de todas as suas características estruturais e construtivas. Esta fase contempla todos os benefícios do Building Information Modeling: práticas colaborativas, partilha de informação a partir de um único modelo e de uma rede catalogada e atualizada, acessível a todos em todas as fases do projeto (conceção, construção e operação). Este é o último nível para uma completa e correta adoção do BIM. Uma fase onde o projeto já é um elemento complexo e multidisciplinar.



Figura 12 | Nível 0 – Pré-BIM .  
Representação

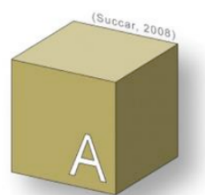


Figura 13 | Nível 1 – Modelação .  
Representação

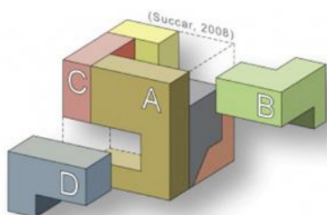


Figura 15 | Nível 3 –Integração .  
Representação

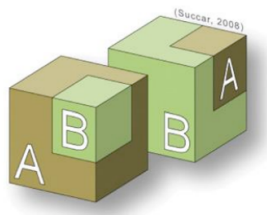


Figura 14 | Nível 2 –Colaboração .  
Representação

## 2.1.7. Enquadramento Normativo

O maior auxiliar de implementação massificada a uma escala nacional (e internacional) é o governo do próprio país. Este, para promover a implementação BIM na indústria da AEC, exerce por si mesmo ou por organizações destacadas para tal metas e objetivos aos quais as empresas privadas e órgãos públicos devem responder. Segundo o American Institute of Architects os governos podem servir de agente dinamizador de três formas distintas: por imposição de normas e prazos como impor a utilização do BIM em obras e concursos públicos; através de benefícios como benefícios fiscais por exemplo; e ainda de forma gratuita ao oferecer softwares para a formação de futuros arquitetos e engenheiros (faculdades públicas).

O Instituto Português de Qualidade declara que a normalização de um processo de trabalho na indústria da AEC auxilia na redução de custos para fornecedores e clientes, aumenta a transparência de mercado e assiste na criação de novos negócios ou postos de trabalho (conforme o caso) mantendo os existentes.

Se for imposto um objetivo internacional global, nacionalmente os países sentir-se-ão pressionados a aplicar o método objetivado logo serão colocados prazos, metas e estímulos à sua utilização. A nível internacional os governos já assumem um papel decisivo para a implementação do Building Information Modeling pois existem normas e regulamentos já num processo de elevada maturidade e outros em processo de aprovação. Para facilitar este processo estão disponíveis manuais com estratégias que já foram testadas e aplicadas em normas/ leis como o caso da norma ISO: ISO 29481-1/ ISO 29481 – 2 do manual *Building Information Modelling – Information delivery manual*.

No processo normativo existem países que são líderes no desenvolvimento da ferramenta como o caso de Singapura, Reino Unido e Finlândia. Como um dos países pioneiros na implementação de um programa BIM, Singapura estabeleceu metas para adoção do BIM desde 1999, de carácter obrigatório, até 2015 com o *Singapore BIM guide* desenvolvido pelo respectivo governo. No Reino Unido foi imposto pelo Cabinet Office Britânico que o BIM fosse de utilização obrigatória em qualquer projeto público. Até 2016, as empresas britânicas da indústria da AEC devem apresentar projetos públicos com um nível de maturidade BIM 2.

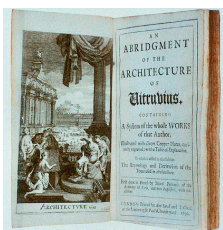
Uma iniciativa de carácter dissipador não obrigatório foi a da entidade governamental finlandesa – Senate Properties – que desde 2001 tem vindo a desenvolver projetos piloto como exemplo a auxiliar numa implementação do BIM nacionalmente. O Brasil, a Noruega, a Dinamarca, a Austrália, a Coreia do Sul e os Estados Unidos são ainda alguns países a tomar como exemplo.

Pais	Organização	Nome da Norma/Diretriz/Requisito	Data de Publicação
Austrália	NATSPEC	NATSPEC National BIM Guide NATSPEC BIM Object/Element Matrix	19-Set-2011
Dinamarca	Erhvervsstyrelsen (National Agency for Enterprise and Construction)	Det Digitale Byggeri (Digital Construction)	01-Jan-2007
Finlândia	buildingSMART Finland	Common BIM Requirement 2012 (COBIM)	27-Mar-2012
Reino Unido	AEC (UK)	AEC (UK) BIM Protocols	07-Set-2012
Noruega	Statsbygg	Statsbygg Building Information Modeling Manual	24-Nov-2011
Singapura	Building and Construction Authority	Singapore BIM Guide	15-Mai-2012
	CORENET e-submission System (ESS)	CORENET BIM e-submission Guidelines	25-Jan-2010
Estados Unidos da América	National Institute of Building Science (NIBS) - buildingSMART alliance (bSa)	National BIM Standard (NBIMS)	04-Mai-2012
	American Institute of Architects (AIA) Contract Documents	E202-2008 BIM Protocol Exhibit	2008
	New York City Department of Design + Construction	BIM Guidelines	01-Jul-2012
	United States Department of Veterans Affairs (VA)	The VA BIM Guide	02-Abr-2010
	Indiana University Architect's Office and Engineering Services	IU BIM Guidelines & Standards for Architects, Engineers, and Contractors	02-Jul-2012
	buildLACCD (Los Angeles Community College District)	BIM Design-Bid-Build Standards	29-Jun-2011
		BIM Design-Build Standards	02-Jun-2010
United States General Services Administration (GSA)	National 3D-4D Building Information Modeling Program	15-Mai-2007	

Figura 16 | Normas e diretrizes de alguns países . Tabela de enquadramento

Enquanto iniciativa global, existe uma diretiva europeia – *EU Public Procurement Directive* - relativamente à consciencialização e normalização do BIM até 2020 no sector público da construção nos países pertencentes à União Europeia. Encarregues de reunir esforços a nível nacional para aliar um contributo BIM europeu, a EU BIM Taskgroup e a Comissão Técnica de Normalização BIM Europeia são as entidades responsáveis pela produção de variadas iniciativas e de manuais de introdução ao BIM no sector público europeu da construção como o manual lançado em Julho de 2017 – *Handbook for the Introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector*.





**Figura 17 | De Architectura  
Libri Decem . Fotografia**

Da autoria de Marco Vitruvius Polião, o tratado De Architectura Libri Decem (em português, Dez Livros sobre a Arquitetura) é uma das obras mais conceituadas mundialmente dentro da área. Composta por dez capítulos principais denominados de Volumes, a obra de Vitruvius é o único tratado clássico que até hoje serve de referência e exemplo. Da descrição do arquiteto, à sua formação e educação, passando pelos diversos métodos construtivos e compositivos, definindo conceitos e normas, De Architectura Libri Decem ultrapassa barreiras temporais e estilísticas desde o ano em que foi escrito – I a.C. (MACIEL, 2006)

## 2.2. CASO DE ESTUDO - CURSO DE ARQUITETURA

### 2.2.1. Definição e contextualização

#### Análise Global

A definição de Arquitetura é complexa devido à sua dimensão multidisciplinar tão abrangente. De definição geral entende-se como sendo uma arte e ciência com base no desenho e engenharia como método de representação e projeção de estruturas e edifícios (TOUSSAINT, 2013). Como tem por base diferentes componentes como a matemática, a tecnologia, a história, o design, o desenho, a filosofia (entre outros), Vitruvius estabelece a fundação da definição da disciplina (TOUSSAINT, 2013). No tratado mais célebre da História da Arquitetura - *De Architectura Libri Decem* – Vitruvius declara que a Arquitetura pode ser definida por três elementos fundamentais: o conceito de Firmitas, a vertente construtiva; a Utilitas, carácter funcional, utilitário; e a Venustas a competência estética, a noção de beleza. Estes três elementos informam quanto às três vertentes que devem estar apresentadas num projeto arquitetónico.

Apesar de a definição ser variavelmente discutida, o curso de Arquitetura a nível global mantém-se bastante semelhante: três anos de licenciatura (bachelor's degree), dois de mestrado (master's degree) e 1 a 2 anos de estágio profissional (variável consoante o país), com doutoramento opcional. O estudante de arquitetura (genericamente) tem de ter algum entusiasmo para as duas vertentes do curso: a artística e a científica, que balançam de acordo com os seus exames de admissão e faculdade de eleição.

Na maioria das faculdades de Arquitetura, principalmente na Europa, os cursos de Arquitetura são intitulados de Mestrado Integrado em Arquitetura (consoante a língua do país de origem ou adotada no curso) onde o futuro arquiteto irá adquirir competências diversas quanto à prática da atividade em 5 anos. Os cursos são compostos por disciplinas de carácter teórico e prático: desde o desenho “à mão” como a computador; história/teoria da arquitetura às disciplinas de carácter tecnológico, técnico e das ciências físicas como a matemática. No culminar de todas as outras cadeiras, existe uma unidade curricular ligada ao processo de projeção tanto a nível prático como teórico. Esta pretende reunir todas as competências adquiridas nas restantes disciplinas num método de trabalho de regime de atelier. O estudante de arquitetura terá ao longo do curso contacto com outras matérias também relevantes à

sua formação como a Geografia, Ciências Sociais, Ecologia e a Sustentabilidade.

### Contexto Português

Desde 1950 que existe, em Portugal, uma consciencialização geral quanto à importância do ensino da arquitetura e quanto à relevância da adaptação dos métodos de ensino desta Arte às mudanças de paradigma social e cultural. Também no mesmo ano, o ensino da Arquitetura começou a ser integrado no sistema do ensino superior passando assim a haver oficialmente uma Escola que ensinasse os futuros profissionais da área (CABRAL, 2006). O chamado ensino ministrado passou a ser efetivado nas Escolas de Belas Artes de Lisboa e do Porto, em 1881, segundo a corrente de ensino da componente artística na formação - como a das Beaux-Arts. Este tipo de formação consiste num curso devoto a elevar o dom de cada aluno para a prática da Arquitetura, uma técnica apoiada num método de osmose, de transmissão de conhecimento de mestre para aluno. O principal objetivo era que o aluno adquirisse tanto o saber teórico como prático através da transmissão de valores por parte do professor. No entanto, este tipo de ensino promoveu a que o espaço de faculdade se destinasse a um complexo de atelier, uma sociedade de arquitetos e ainda um júri de grandes prémios devido à proximidade que se criava entre tutor e pupilo. Para além de que esta metodologia mostrava ser inadequada e incapaz para algumas necessidades à época como a falta de conhecimento técnico quanto às exigências da construção moderna, a individualização do objeto arquitetónico com as dimensões urbanistas e a ausência de unidades curriculares de domínio económico e social (CABRAL e BORGES, 2006).

Em 1979, o curso de Arquitetura sofre uma abrupta alteração, onde se distancia do método de ensino até à data e passa a adotar uma tipologia desintegrada das Belas Artes e mais aproximada às áreas científicas e técnicas. Esta mudança – que apenas se verificou efetivamente em 1984-85 – decorre do fator social da altura de renovação e revolução pós Revolução dos Cravos a 25 de Abril de 1974. Os efeitos da revolução fizeram-se sentir em aspetos como o aumento exponencial de licenciados, o que promoveu a criação de novos cursos tanto a nível público como privado. A criação de novos cursos levou a que a profissão de arquiteto assumisse um papel de carácter distintivo relativamente a outras áreas que por sua vez lhe tiravam algum mérito ou eram mescladas com a área da Arquitetura: é o caso da distinção entre os cursos de

Arquitetura, Engenharia, Arquitetura Paisagista, Urbanismo e Arquitetura de Interiores.

Em 2006, num estudo realizado pela Ordem dos Arquitetos Portuguesa, os autores Professor Doutor Manuel Cabral e a Professora Doutora Vera Borges afirmam que um arquiteto é aquele que realiza o conjunto de atividades em prol da prática da Arquitetura; atividades estas como esboços, desenhos, estudos prévios, projetos de execução, projetos de licenciamento, acompanhamento de obra, planos de pormenor, memórias descritivas, operação de desenhos digital (CAD) e gestão interna de atelier, entre muitas outras. Estas valências são transmitidas pela Escola e outras resultam da aprendizagem em situação de trabalho. Assim é de vital importância que o curso de Arquitetura assuma a função de preparação para o exercício da profissão (CABRAL e BORGES, 2006) e que auxilie enquanto orientação para o posicionamento do recém arquiteto no mercado de trabalho.

Ainda no estudo realizado em 2006, existem algumas informações relevantes a mencionar: a nível de estrutura etária concluiu-se que 90% dos arquitetos em exercício, no ano de 2006, tinham concluído o curso depois do 25 de Abril, acompanhado do fator género onde a partir desta data verifica-se uma feminização da profissão (CABRAL e BORGES, 2006). A nível de hábitos culturais, chegou-se à conclusão de que os arquitetos e estudantes de arquitetura exercem práticas culturais (como visitar museus e exposições) mais intensas, regulares e diversificadas que qualquer outra área. Por fim, o estudo permitiu concluir também qual a percentagem de alunos que frequentam o ensino superior privado e o público: 43% dos licenciados desse ano provinham de faculdades privadas, maioritariamente da Faculdade Lusíada, mas que 50% dos arquitetos inscritos na Ordem também nesse ano provinham das duas escolas de Arquitetura mais celebradas – Faculdade de Arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa (antiga ESBAL) e a Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto (antiga ESBAP) (CABRAL e BORGES, 2006).

**Figura 18 | École des Beaux-Art – Curso de Arquitetura .  
Fotografia**

O nome comum Beaux-Art provém do nome dado ao estilo de ensino das escolas de Arte Francesas – École des Beaux-Arts, sendo que o seu símbolo máximo foi a École Nationale Supérieure des Beaux-Arts.



## 2.2.2. Objetivos Nacionais e Internacionais

Devido à natureza mutante da Arquitetura a sua capacidade de adaptação às mudanças de paradigma sociais, económicas e culturais é gradualmente incluída em todas as suas dimensões, sejam elas num contexto académico ou numa entidade comercial. Assim, de maneira geral o curso de Arquitetura é caracterizado como sendo bastante atualizado e completo devido a todas as alterações que já foram efetuadas para que este integrasse um programa curricular modernizado. No entanto, surge a preocupação, por parte de alguns estudiosos da área e arquitetos, de que o curso de Arquitetura poderá não estar modernizado o suficiente para a nova realidade digital que se tem vindo a afirmar velozmente.

Cada faculdade, a nível mundial, pretende que o aluno adquira um conjunto de competências cognitivas e de aptidões sociais. Estes objetivos traçados pelas faculdades servem para o aluno, posteriormente a passar por todo o caminho do curso a que frequenta, consiga integrar-se no mercado de trabalho facilmente, representando os valores e ensinamentos da instituição de ensino. Porém deve existir o cuidado de não formatar os alunos: o objetivo pretendido é dar habilidades e ferramentas de pensamento para que o futuro profissional compreenda e auxilie na evolução da profissão.

Os objetivos lançados devem constituir a cadeia de valor que cada aluno adquirirá ao completar o ciclo de estudos. As faculdades portuguesas, em observação as da Universidade de Lisboa, estabelecem que um aluno ao terminar uma licenciatura em Arquitetura deverá: dominar os fundamentos da arquitetura; desenvolver a capacidade de análise e de síntese; desenvolver o interesse para prosseguir o aprofundamento dos seus conhecimentos; desenvolver sentido crítico; desenvolver as capacidades de expressão; desenvolver capacidades de autonomia; e desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo. Mas estas competências apresentadas devem também ser atualizadas seguindo a dinâmica da procura que existe associada à profissão. Para além das apresentadas deverão existir também metas a nível do desenvolvimento do espírito crítico e da dinâmica interoperacional.

Uma vez atualizada esta cadeia de valor, o objetivo universal - nos cursos de arquitetura – deverá ser a continua incorporação de ferramentas que satisfaçam e acompanhem o futuro exercício da profissão, que apesar de incerto, deverá

compreender e utilizar ferramentas e metodologias dedicadas à partilha de informação, interoperabilidade, rentabilização e otimização de recursos; para que ainda, os futuros arquitetos estejam preparados para a incorporação de novas dinâmicas como a de realidade virtual ou realidade aumentada.

Quando é necessária a adaptação de um curso tem de existir sempre, apesar da sua alteração, um consenso entre unidades curriculares e objetivos académicos; é desta dualidade que vem a dificuldade de implementar uma metodologia BIM no ensino da Arquitetura. As faculdades que já adotaram no ensino a metodologia, fizeram-no de variadas maneiras e a maioria em regime de mestrado (MS) desde MSc de BIM and Integrated Design (Universidade de Salford) onde são ensinadas as potencialidades de trabalho integrado do BIM; MSc BIM in Design Construction and Operations (Universidade de West England em Bristol) onde o primeiro semestre é inteiramente dedicado ao funcionamento BIM no design, na construção e no negócio; e ainda o exemplo do MSc Construction Project Management and BIM (Universidade de Oxford Brookes) onde existem cadeiras que abordam a capacidade do BIM de auxiliar na projeção de edifícios de avançada tecnologia e construção inovadora. Entre todas existe o consenso quanto ao objetivo principal a adotar numa implementação do BIM: *“(...) a modelação paramétrica, a criação de objetos e famílias BIM e gestão de informação devem ser experimentadas, (...) sejam elas num modelo intra ou interdisciplinar.”* (AGUIAR, 2015, p.28-29).

Em Portugal, nos vários cursos do âmbito da AEC alguns programas curriculares integram o BIM mas apenas numa abordagem enquanto disciplina teórica ou como um processo intra-disciplinar, no entanto, sendo um tópico em fase emergente nestas áreas já existe alguma preocupação há necessidade de uma abordagem diferente da atual. Uma abordagem de carácter multidisciplinar e de partilha onde a meta para já estabelecida seria a do domínio de três pontos: primeiramente criar uma lógica de interoperabilidade onde a partilha e criação de conteúdos seja contínua; em segundo lugar, alcançar o nível onde os alunos consigam fazer projeções e análises relativas ao seu objeto (4ª e 5ª dimensão do BIM); e por fim estabelecer uma visão em equipa de gestão do projeto, em prol da colaboração entre unidades curriculares.

### 2.2.3. A implementação BIM mundialmente

Para além dos fatores apresentados anteriormente, existe ainda um fator absoluto quanto à implementação do Building Information Modeling no ensino da Arquitetura – os alunos (futuros profissionais) entendem a real importância da atualização do curso perante quaisquer mudanças de paradigma profissional e por isso fazem um esforço adjacente para conseguirem compreender e participar numa possível mudança. Isto é, de maneira geral, nas faculdades que já implementaram esta ferramenta os alunos tendem a realizar mais experiências a testar possíveis soluções, cooperam entre si para compreenderem o seu próprio trabalho; que, apesar de já serem realizadas estas tarefas sem a utilização do BIM, as mesmas tornam-se mais automatizadas e desafiantes graças ao fator tempo acrescido a uma projeção em BIM.

O elemento tempo é algo muito discutido pelos alunos do ensino superior em Arquitetura. A capacidade que um software BIM disponibiliza de atualizar os desenhos a duas dimensões todos em simultâneo e conjuntamente com a projeção tridimensional possibilita a que os alunos não desperdicem tempo com os diferentes desenhos técnicos e que se preocupem de facto com a solução em si e não com a representação da solução. Não esquecer também que as gerações atual e seguintes nasceram/ cresceram num ambiente seriamente digital, com a internet, com a interação com tablets e outros dispositivos móveis, que se desenvolvem com os conceitos de imediatismo e partilha de informação em todas as vertentes do seu dia-a-dia; gerações que cresceram a pensar nos benefícios e vontades da tecnologia.

Para além do impacto da redução do tempo existem ainda outras vantagens à adesão deste sistema como o fato de os softwares proporcionarem uma maior ligação com a realidade que permite que o aluno entenda de outra forma as valências do objeto e da construção do mesmo; a compreensão e domínio nos desenhos técnicos e de conceito dado a possível visualização de qualquer erro ou nuance do projeto; a colaboração – perante um contexto de trabalho de grupo é possível que todos os intervenientes dominem o trabalho dos restantes colegas pois têm total acesso, o que permite o constante auxílio na tomada de ideias com pequenos testes diretamente no trabalho.

As faculdades que já implementaram o BIM no seu sistema de ensino alertam que existem algumas dificuldades na adoção mas que não são justificativas para que

não se faça a transição para este novo paradigma. Em unanimidade a generalidade destas faculdades afirma que o principal problema é a confusão ainda adjacente entre o BIM e um software BIM, porque não existindo um domínio acerca destes dois pontos dificilmente irá ocorrer uma adoção e execução correta nas unidades curriculares ou enquanto unidade curricular própria. Outros obstáculos apontados quanto à implementação são a exigência de recursos para obtenção do software e formar os docentes quanto a esta nova prática; e também o fator de não existir unanimidade quanto à sua adoção.

Como cada faculdade tem a sua visão própria de como deve implementar o BIM, existem manuais e estratégias que servem de modelos para facilitar todos os obstáculos evidentes e para que a implementação seja bem sucedida; desde que inicialmente o corpo responsável pela alteração do funcionamento das unidades curriculares do curso compreenda que tipologia quer adotar: ensinar o Building Information Modeling enquanto processo de trabalho, ou treinar os estudantes segundo um software em particular, ou ainda ambos os métodos.

Um dos modelos de adoção principais parte por um princípio de faseamento por três etapas – (a) Introdutório, (b) Intermédio e (c) Avançado ou (a) Consciente, (b) Introduzido e (c) Integrado; existindo a fase ainda de *Ausente*, que é a que categoriza os cursos de Arquitetura a nível nacional, quanto a esta matriz criada por Williams and Lees na publicação *Building Information Modeling, Teaching possibilities* (2009). Para cada etapa são analisados os programas: implementação do BIM, curriculum, estrutura, professores/ docentes, infraestrutura e ainda relação entre curriculum e investigação. A etapa em que se verifica maior consenso por várias faculdades dos Estados Unidos e Reino Unido é a que confere o nível de *Introduzido* ao curso, pois não obriga ou modela o mesmo apenas segundo uma prática BIM (Fase Integrada) mas assume o sistema por si e não como software (Fase Consciente).

### Implementação do BIM

Segundo os autores da matriz num nível em que o BIM é adotado enquanto fase de *Introduzido* os estudantes têm total consciência de que o BIM pode ser um veículo importante enquanto experiência de aprendizagem, ferramenta no exercício da profissão e método de colaboração e partilha multidisciplinar.

## Curriculum

Por parte dos responsáveis na alteração das unidades curriculares do curso existe um total consenso, nesta fase, quanto às disciplinas que devem adotar o BIM. Apesar de ser reconhecido a sua potencialidade em todas as áreas, não é necessário introduzi-lo na globalidade do curso mas sim em módulos onde a sua utilização irá potenciar e desenvolver todas os objetivos necessários.

## Estrutura

Contrariamente à fase anterior – Consciente onde não existem quaisquer alterações quanto à estrutura, e à fase seguinte – Integrado em que existe uma remodelação completa da estrutura de Mestrado; esta fase engloba uma revisão da estrutura do currículo e das respetivas unidades curriculares mas de impacto ligeiro evidentemente, dado que o BIM não é visto como veículo imperativo na aprendizagem mas como um mecanismo potenciador e relevante no ensino da Arquitetura.

## Professores

Este nível de implementação implica que exista um conhecimento geral do Building Information Modeling por todos os docentes do curso, no entanto o domínio da ferramenta só é necessário pelos professores que lecionam as unidades curriculares selecionadas. Desta maneira, só parte dos docentes necessitariam de adquirir competências indispensáveis para o funcionamento desta dinâmica, o que promove uma redução nos custos de adoção do BIM.

## Infraestrutura

Como único programa que varia de acordo com o material já disponibilizado pelas diferentes faculdades de Arquitetura, é destacado apenas como o parâmetro que necessita investimento caso não existam computadores ou espaços dedicados à aprendizagem dos softwares BIM.

## Relação entre Curriculum e Investigação

Concluídos todos os programas, o objetivo desta fase será fomentar o espírito crítico e o espírito empreendedor com as competências e conceitos básicos BIM.

## 2.2.4. Curso na Faculdade de Arquitetura de Lisboa

### Contextualização

Sediada na rua Sá Nogueira, no Polo Universitário da Ajuda, a Faculdade de Arquitetura faz parte das 18 faculdades que compõem a Universidade de Lisboa, desde 2013. Enquanto faculdade esta Escola já passou por diferentes estágios e sedes desde a aula de Arquitetura dos Paços da Ribeira no século XVI até ao atual edifício projetado pelo professor catedrático Doutor Augusto Pereira Brandão. A sua independência enquanto faculdade proveio da autonomia da secção de Arquitetura da Escola Superior de Belas Artes em 1979, altura em que assumiu o nome de Faculdade de Arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa que prevaleceu até 2013. A 31 de Dezembro de 2012, com o Decreto - Lei nº 266 – E/ 2012 ocorre a fusão das Universidades U Lisboia e Universidade Técnica de Lisboa, onde a Faculdade de Arquitetura do Polo Universitário de Lisboa adota o nome de *Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa* já no ano de 2013.

Com cerca de 3 mil alunos a FAUL conjuga os conceitos de inovação e tradição a fim de se destacar enquanto Escola Moderna na formação profissional de todos os seus alunos, integrando cursos nos níveis de Licenciatura, Mestrado e Doutoramento e ainda outras formações acrescidas às áreas curriculares. Como *Lisbon School of Architecture* esta Escola apresenta uma positiva e elevada taxa de sucesso dado que 95% dos profissionais aqui formados conquistam vaga no mercado profissional um ano após terminarem o curso (UNIVERSIDADE DE LISBOA, 2018).



Figura 19 | Fachada Oeste, Pavilhão 1 – FAUL . Fotografia

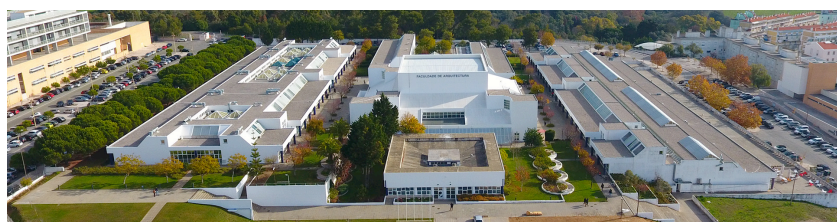


Figura 20 | Campus FAUL . Fotografia aérea

## Missão e Valores

As missões e valores da FAUL objetivam em prol de uma formação onde, através da simbiose entre a Arte e a Tecnologia, os alunos adquirem competências para singrar, contribuir, inovar, competir, cooperar e enriquecer a profissão e o seu exercício. Transcrito do Despacho nº305 do Estatuto da Faculdade de Arquitetura, do Diário da República de 5 de Janeiro de 2018, as missões e princípios orientadores são:

*“1 — A Faculdade tem por missão assegurar a criação, desenvolvimento e transmissão do conhecimento científico, artístico e técnico nos domínios da arquitetura, do urbanismo e do design.*

*2 — A ação da Faculdade exerce -se num quadro de liberdade intelectual e artística e de respeito pela ética, garantindo o direito de associação, a valorização das pessoas e o desenvolvimento da sociedade.*

*3 — A Faculdade promove a participação de todos os seus membros na vida académica, no respeito pelos princípios democráticos, garantindo condições de liberdade de candidatura e independência no exercício de funções em órgãos colegiais, de responsabilidade e de integridade, e valorizando a igualdade de oportunidades.*

*4 — A Faculdade promove a cooperação com outras instituições de formação e investigação no âmbito da Universidade e no plano nacional e internacional, com especial destaque para os países de língua oficial portuguesa.*

*5 — A Faculdade fundamenta as suas estratégias e decisões em práticas de avaliação, interna e externa e compromete -se a um exercício regular de prestação de contas à comunidade académica e à sociedade.*

*6 — A Faculdade pode realizar ações em comum com outras entidades, assim como criar ou participar em associações, fundações, sociedades ou consórcios compatíveis com a sua missão e atribuições e com os princípios de subsidiariedade e complementaridade previstos nos estatutos da Universidade de Lisboa.”*

Para assegurar que os valores são inculcados, as metas alcançadas e para administrar o bom funcionamento da FA, existe uma equipa de gestão e governo da faculdade. Esta equipa denominada de Órgãos da Faculdade divide-se em Conselho de Escola, Presidente da Faculdade, Conselho Científico, Conselho Pedagógico, Conselho de Gestão e Conselho de Coordenação, sendo o último de carácter consultivo. Cada Órgão assume funções específicas de funcionamento interno da faculdade.

## Cursos Ministrados

Dividido em três tipos de ciclos de estudos, a FAUL apresenta um currículo de cursos ministrados segundo uma coleção de opções nas áreas da Arquitetura, do Urbanismo e do Design. Por ordem de ciclos: Licenciaturas em Design e Design de Moda; Mestrados Integrados em Arquitetura com especialização em Arquitetura ou com especialização em Urbanismo, Mestrado Integrado em Arquitetura com especialização em Interiores e Reabilitação de Edifício; Mestrados em Design de Comunicação, Design de Moda, Design de Produto, Design de Interação, Ordenamento do Território e Urbanismo, Práticas Tipográficas e Editoriais Contemporâneas.

Ao terminar o ciclo de estudos correspondente ao grau pretendido o aluno deverá demonstrar as competências lecionadas de forma segura e de registo formal: no caso da conclusão do 1º e 2º ciclo de estudos (Licenciatura e Mestrado) constará numa apresentação de um projeto final e/ou dissertação científica de carácter empreendedor, de pesquisa, com base numa hipótese e com possível colaboração de entidades públicas e/ou privadas. No caso de conclusão do 3º ciclo de estudos a Escola disponibiliza a cooperação com o Centro de Investigação em Arquitetura, Urbanismo e Design, a fim da realização de uma tese de doutoramento de excelência.

Para além do currículo oferecido, a FA integra-se num espírito mundial de partilha de experiências, conhecimento, de colaboração e interajuda, com mais de 120 protocolos com outras instituições pela Europa, países da América Latina e América do Norte, PALOP, Índia, Coreia, entre outros, recebendo aproximadamente 300 alunos por ano.

Como mentores e orientadores de um vasto leque de estudantes portugueses e estrangeiros (alunos do programa Erasmus e do programa Intercâmbio) a equipa de docentes da FA organiza-se por departamentos. Estes departamentos distribuem-se segundo as áreas disciplinares fornecidas pela faculdade com o fim de coordenar todos os seus constituintes e o ensino da área, sendo estes: Projeto de Arquitetura; Projeto de Urbanismo; Projeto de Design; Ciências Sociais e do Território; Desenho, Geometria e Computação; Tecnologias da Arquitetura, Urbanismo e Design; História e Teoria da Arquitetura, Urbanismo e Design.

## BIM no currículo

Para uma análise acerca da influência do BIM no programa curricular dos cursos da FA serão apenas estudos de caso o curso Mestrado Integrado em Arquitetura com especialização em Arquitetura e Mestrado Integrado em Arquitetura com especialização em Urbanismo. Estes dois cursos - apesar de terem especializações diferentes - apresentam um tronco comum de áreas científicas, de número de créditos à obtenção de diploma (300ECTs) e ainda igual número de semestres para cada ciclo de estudos (para obtenção do grau de mestre – 10 semestres).

Quando efetuada uma investigação ao exercício do BIM no ensino destes dois mestrados, o seu papel foca-se essencialmente na Unidade Curricular de carácter optativo “BIM – Tecnologias Integradas de apoio ao projeto” direcionada somente ao 2º ciclo de estudos (4º e 5º ano de curso) nos semestres onde o aluno tem a possibilidade de direccionar 6 dos seus ETCs, de acordo com as suas preferências. Com o objetivo de criar uma consciência de mudança e dar a conhecer a metodologia de trabalho BIM [Ver Anexo A] esta UC pretende, como substituta à anterior optativa “BIM – Tecnologias de Gestão na Arquitetura”, munir os discentes com ferramentas BIM conceptuais e operativas em torno de 6 principais temas de forma a que na conclusão do seu ciclo de estudos o aluno possa desenvolver a sua Proposta Final de Mestrado (PFM) de forma empírica segundo métodos e ferramentas BIM.

Segundo a estrutura utilizada em outras disciplinas da FA, pretende-se que o aluno tenha um contacto prático com as componentes lecionadas nas aulas teóricas logo também esta UC se divide em aulas de componente teórico – prático onde a posterior avaliação será arbitrada segundo um trabalho individual, uma apresentação e defesa do exercício; ainda complementada por uma percentagem de assiduidade e participação [Ver Anexo B].

A cadeira dedicada ao Building Information Modeling pretende enquadrar o aluno segundo aspetos inerentes tanto ao BIM, como à disciplinas de Projeto [Ver Anexo B], bem como à profissão de arquitetura: explicar a sua definição, conceitos e ferramentas adjacentes, dinâmica e potencialidades que permitam que o discente compreenda dimensões como a gestão e comunicação à obra, as fases de vida útil da edificação (conceção à demolição), fundamentos da criação arquitectónica, a construção, a manutenção e ainda a gestão de instalações segundo a problemática

BIM. Como principal objetivo, numa vertente mais prática/ experimental, esta UC pretende que o aluno desenvolva conhecimentos sobre os modelos de interação de informação coordenada com o recurso a softwares BIM, para que o mesmo adote um novo método de trabalho. Com o fim de uma posterior aplicação a nível da conceção e desenvolvimento do projeto orientado para a PFM, os objetivos estão organizados segundo seis principais categorias: desde a definição e contextualização à implementação na disciplina de Projeto [Ver Anexo B].

## 2.2.5. Curso na Faculdade de Arquitetura de Liverpool

### Contextualização

A faculdade de arquitetura de Liverpool – University of Liverpool School of Architecture, tem assumido o papel de Escola de referência, no Reino Unido, no que diz respeito à inovação e diversidade aplicadas no ensino da Arquitetura, desde a sua criação. Esta Escola é um dos primeiros centros de pesquisa ligado às indústrias da AEC.

Tendo sido a primeira universidade no Reino Unido a receber o apoio da RIBA na creditação de estudantes de Arquitetura, esta prima por estar sempre aliada à tradição e a uma educação experimental, sendo que até aos dias de hoje é considerada uma escola de exemplo e excelência. Para reforçar a importância desta faculdade, a nível de capacidade empírica e de adaptação às novas metodologias que vão surgindo na área da Arquitetura e do seu meio académico, a School of Architecture integra-se consecutivamente no ranking anual lançado pelo Top Russell Group Universities.

Fundada em 1894 por Frederick Moore Simpson, a School of Architecture and the Applied Arts, para além de exemplo na comunidade artística, foi também um marco importante para a cidade de Liverpool pois ao ser a primeira escola de Arquitetura a atribuir diplomas creditados pela RIBA, a cidade foi o local de residência para muitas mentes deste ramo que apenas vinham assistir a palestras e momentos de discussão organizados pela faculdade. Graças à influência de Sir Charles Reilly que apelou ao apoio da RIBA em 1902, a faculdade tornou-se num palco de movimentos artísticos e correntes estilísticas desde a data, como o Movimento Arts and Crafts tão caracteristicamente britânico.

## RUSSELL GROUP

Figura 21 | Top Russell Group Universities . Logótipo

Criada em 1994 no Hotel Russell em Londres, a Russel Group é uma entidade responsável por promover os interesses e um programa de investigação de excelência num conjunto de universidades do Reino Unido.

Esta associação compreende 20 das maiores e melhores universidades do Reino Unido, onde dois terços dos recursos destinados à pesquisa e desenvolvimento ligados à inovação dos países constituintes são dedicados às faculdades que figurarem nesta organização.

Hoje sediada no centro da Cidade Universitária na cidade de Liverpool – Abercromby Square – esta faculdade continua a ser um dos centros de educação e pesquisa da área de Arquitetura de renome mundial, com acordos de intercâmbio com mais de 100 países. O ensino de carácter pioneiro desta Escola fez-se sentir em todas as vertentes da Arquitetura chegando a criar um estilo reconhecido, local e globalmente, como Liverpool Manner (UNIVERSITY OF LIVERPOOL, 2018).

### Cursos Ministrados

Nesta faculdade não existe distinção quanto aos diferentes ramos da Arquitetura numa dimensão de licenciatura, inversamente quando finalizado o regime Riba I existe um leque de opções de mestrado em que o aluno pode optar conforme a sua orientação e preferência: Advanced Transdisciplinary Design; Architecture; Arts: Architecture; Building Information Modeling; Digital Integrated Design; Sustainable Environmental Design in Architecture. O chamado Architecture BA (Hons) é a base de estudos para qualquer aprendiz que queira uma credenciação como Arquiteto pela Royal Institute of British Architecture, onde o plano de estudos (dividido por três anos) é focado na compreensão das bases da arquitetura, a partir de uma educação de cooperação entre matérias que primam pelo desenvolvimento de capacidades técnicas pessoais e em grupo.

Anualmente esta licenciatura divide-se num conjunto de unidades curriculares segundo as temáticas da História da Arquitetura, Tecnologias e Estrutura, Ciência e Design do Ambiente, e Planeamento. Combinando as diferentes temáticas, existe ainda a disciplina designada de Design Studio, que ocupa uma carga anual de creditação de 50%. Esta cadeira é a base semestral do curso de Arquitetura, que em regime de atelier começa por ensinar toda a dinâmica que envolve a projeção iniciando pelos desenhos a pequena escala onde gradualmente, no evoluir dos semestres, aplica-se um aumento tanto de complexidade como de escala.

Este tipo de ensino está inteiramente ligado ao regime da RIBA, dado que no Reino Unido um arquiteto para poder ser considerado como tal precisa de seguir um plano de estudos creditado pela mesma. Este órgão define que a qualificação de um arquiteto parte por um processo de 7 anos de curso – 5 de estudos, 2 de estágio curricular. Assim o plano aprovado por esta associação diz que o aluno deve frequentar



**Figura 22 | Royal Institute of British Architects . Logótipo**

A RIBA é um entidade profissional reguladora que corresponde à Ordem dos Arquitetos Portuguesa no Reino Unido. Fundada em 1834 em Londres, com o propósito de servir as instituições académicas e profissionais britânicas, esta ordem é responsável pela regulação e ordenamento dos cursos de Arquitetura de todas as universidades do Reino Unido, dado que sem o seu reconhecimento, não é possível exercer-se a profissão de Arquiteto.

uma licenciatura no período de 3 anos, com possível experiência no estrangeiro, onde irá adquirir competências para produzir propostas arquitetónicas com base em premissas históricas e teóricas, para uma melhor integração do objeto numa malha urbana, sem corromper os recursos naturais; uma vez terminados poderá candidatar-se a um estágio (suportado pela faculdade) denominado de Stage I – Practical Experience onde irá pôr em prática os conhecimentos que adquiriu no primeiro ciclo de estudos. O RIBA part II - também chamado de BArch, Diploma, MArch ou MSc – pretende que o aluno adquira total compreensão quanto ao papel diversificado do arquiteto focando-se na área que quer exercer posteriormente. Uma vez concluídos os dois anos de mestrado, automaticamente o aluno irá entrar na última fase do percurso académico já numa dimensão de exercício da profissão: Stage II – Practical Experience.

#### Política BIM

No que se destina à introdução do BIM no ensino, a University of Liverpool School of Architecture destaca-se como uma das mais avançadas mundialmente, pois já integra no currículo académico da faculdade em regime de mestrado (MCs) uma especialização totalmente dedicada a todas as dimensões, vertentes e utilizações do Building Information Modeling. Consciente da importância do BIM no futuro da Arquitetura, o professor Arto Kiviniemi implementou este módulo de aprendizagem com o objetivo de ser uma especialização aberta a qualquer aluno de ensino superior das áreas da AEC, suportada por palestras, seminários e visitas a projetos realizados por profissionais da área. O próprio professor tem vindo a desenvolver o BIM desde 1996 na Finlândia e internacionalmente, com o fim de criar uma consciencialização global da importância desta ferramenta.

*“The focus is not in the software training, but in the fundamental concepts of BIM, current industry challenges and opportunities, business values of BIM and integrated design, interoperability, lean design and construction, and building life-cycle management.” - “O foco do mestrado não é no treino de softwares, mas nos conceitos fundamentais do BIM, nas oportunidades e desafios atuais da indústria, o valor da gestão BIM e do Design integrado, interoperabilidade, design e construção eficiente, e gestão de ciclo de vida dos edifícios.”*

Arto Kiviniemi, 2018 [Ver Anexo C, p. 133]

O mestrado é constituído por disciplinas obrigatórias e de carácter facultativo focadas essencialmente em três sub-temáticas dentro do BIM: Sustentabilidade, Arquitetura Digital e Gestão de Projeto. Concluindo as 6 unidades curriculares o aluno irá ingressar automaticamente no último semestre de estudos que é dedicado à tese. Este mestrado, excepcionalmente, é constituído apenas por 3 semestres, cada um de 60 créditos (3 UCs + 3 UCs + Tese). O primeiro semestre é composto pelas disciplinas de Theory of BIM and Integrated Project Delivery (30 créditos), Critiques and Communications in Architecture and the Visual Arts (15 créditos), Managing Collaborative Workflows for BIM (15 créditos). Já no segundo semestre, as disciplinas são Modelling and Interoperability in BIM Environment (30 créditos), BIM – Enabled Sustainable Design (15 créditos) e Research Methodology (15 créditos).

*“Concepts are long-lasting and thus more important. In my programmes the first semester focuses totally on concepts, the second semester includes also hands-on elements.”* - *“Os conceitos perduram dessa forma são mais importantes. Nos meus programas, o primeiro semestre é totalmente focado nos conceitos, o segundo semestre inclui elementos carácter prático.”*

Arto Kiviniemi, 2018 [Ver Anexo C, p. 134]

O objetivo primordial da estrutura de especialização proposta por esta faculdade consiste em que os alunos compreendam que uma metodologia não é um programa mas que um programa é uma ferramenta desta metodologia. Ainda para reforçar esta ideia e para promover o espírito empírico e de interajuda, as disciplinas do segundo semestre perfilham softwares diferentes onde o aluno deve utilizar o software ensinado na UC mas complementar com estudos autodidatas de outros programas equivalentes ou que complementem os objetivos lecionados.



**Figura 23 | Professor Arto Kiviniemi . Fotografia**

Dr. Arto Kiviniemi é um dos líderes mundiais no que se destina à integração do Building Information Modeling na indústria da AEC. Tendo começado por desenvolver programas curriculares dedicados ao BIM na Finlândia desde 1996, auxilia hoje faculdades por todo o mundo com palestras e simpósios mas principalmente enquanto BIM Manager no Reino Unido – presentemente na universidade de Liverpool. Para além do seu trabalho ligado ao ensino superior, o professor mantém uma atividade de investigação na International Alliance for Interoperability conhecida como BuildingSMART Internacional, onde para além de pertencer ao conselho executivo, apresenta e presidia palestras, seminários e conferências internacionais ligadas ao projeto BuildingSMART Internacional. Formado em Arquitetura pela Aalto University na Finlândia e em Engenharia Civil e Ambiental pela Stanford University nos Estados Unidos, o professor Arto dedica-se presentemente a proliferação do BIM com artigos publicados e traduzidos mundialmente.

## Prazos e Objetivos

O primeiro mestrado implementado pelo professor Arto Kiviniemi em 2011 foi na University of Salford na escola de Built Environment. Este programa denominado de MSc BIM and Integrated Design superou as expectativas dos seus colegas e da própria faculdade, proporcionando grande destaque para este curso no Reino Unido. Dado a relevância do mestrado para o paradigma mundial da indústria, outras faculdades como a School of Architecture in the University of Liverpool contrataram o professor com o fim de alcançar o mesmo sucesso que as outras faculdades que já tinham adotado o mesmo mestrado no plano curricular.

*“In 2013 I moved to the School of Architecture in the University of Liverpool and the programme started in 2014, first on our campus in London and in 2016 on our main campus in Liverpool” - “Em 2013 eu mudei-me para a Escola de Arquitetura da Universidade de Liverpool e o programa começou em 2014, primeiro no nosso campus em Londres e em 2016 no nosso campus principal em Liverpool.”*

Arto Kiviniemi, 2018 [Ver Anexo C, p. 133]

Como os cursos são bastantes diversos a adoção do mestrado não teve a mesma afluência que na escola em Salford. O primeiro curso já era direcionado para uma das vertentes do BIM, onde a adesão a esta nova tecnologia e forma de pensamento já eram esperadas. Num curso onde o programa tem um carácter tradicional com técnicas e métodos com longos anos de implementação, a aderência a um mestrado tão “desconhecido” é de certa forma mais demorado. No primeiro ano em Salford aderiram ao programa 17 alunos, no ano seguinte mais de 90 e no terceiro já iam em mais de 110 alunos no mestrado dedicado ao BIM. Já na faculdade de Liverpool presentemente apenas 7 alunos. Porém, dado o crescimento mundial de empresas a aderirem ao BIM e de novas profissões associadas ao conceito, objetiva-se que para o ano o número de alunos aumente até mais de 10 alunos, caso se verifique este aumento na quantia de discentes o mestrado ganha outra importância a nível de estatuto na comunidade Inglesa ligada ao exercício da Arquitetura.

Apesar da frequência não ser tão elevada nesta faculdade, não implica que cada vez mais o uso do BIM nos cursos de Arquitetura não assuma um papel fulcral. Em conversa com o professor Arto foi possível concluir que nestas duas faculdades o Mestrado foi a melhor política de ensino do BIM a adotar, porém existem ainda



Figura 24 | University of Liverpool School of Architecture . Fotografia Fachada Sul



Figura 25 | Ambercromby Square. Fotografia Panorama

dificuldades a combater para aumentar o interesse.

Caso se corrobore o aumento de alunos esperado, a quantidade de discentes envolvidos neste projeto terá de proporcionalmente aumentar. Isto é, o BIM é uma área muito abrangente, com várias dimensões e métodos, o que por si já adquire alguma complexidade na implementação num único ano de mestrado, quanto mais se não for preparado corretamente e com uma equipa competente. Dado que a aquisição dos softwares é geralmente providenciada gratuitamente pelas empresas o único gasto numa faculdade do âmbito da AEC seria apenas de hardware qualificado para receber os softwares e de uma equipa capaz de executar o mestrado. No caso da Faculdade de Liverpool o mestrado está a ser coordenado por um único BIM expert qualificado como BIM manager – o professor Arto, mas o próprio reconhece que é difícil fazer crescer um mestrado nesta área apenas com um único membro. O mesmo também clarifica que o principal ingrediente num bom funcionamento de um mestrado é uma equipa composta por professores competentes na área (sendo esta a maior dificuldade).

Para fazer crescer o mestrado o professor aposta numa ligação da academia com a indústria, ou seja, dado a dificuldade de encontrar membros docentes da faculdade que conheçam e compreendam o BIM, a faculdade deverá focar-se na aquisição de professores que o compreendam mas de tenra idade. Este tipo de jovens ansiosos por aprender e liderar as novas tecnologias são mal pagos nos primeiros anos de exercício profissional comparativamente com a carga de trabalho que efetuam, se a faculdade empenhar-se em construir uma equipa com estes jovens só terá a lucrar, dado que basta alguns seminários ou palestras para formar uma pequena equipa de BIM managers capaz de fazer distinguir este mestrado nacional e internacionalmente.

*“In Salford we had a small BIM team, but all the other people were at the university already before I was hired and had also some other teaching obligations” -*

*“Em Salford nós tínhamos uma pequena equipa BIM, mas todas as outras pessoas já estavam [na faculdade] antes de eu ser contratado e já tinham outros encargos de ensino.”*

Arto Kiviniemi, 2018 [Ver Anexo C, p. 134]

## 2.2.6. Apreciação Final

Nunca esquecendo que são dois contextos distintos, tanto a Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa e a University of Liverpool School of Architecture quando comparadas na sua generalidade ambas primam pela simbiose da tradição com a inovação. Apesar de modelos de curso distintos as duas entidades académicas promovem um curso de Arquitetura focado no enriquecer da teoria com a prática, centrado na união da vertente artística com a ciência. Sendo estes os principais valores em comum, a missão de ambas preza por formar arquitetos preparados para o futuro da profissão, aprendendo com o passado que os envolve mas capacitados de espírito empírico e dos mais recentes esforços da indústria. Para isso, as duas instituições reconheceram que para uma rica educação dos seus discentes, será sempre necessário atualizar a sua a cadeira de valor, assim em esforços diferentes as duas objetivam um desenvolvimento no novo paradigma BIM.

Quando comparados os esforços a nível de implementação do Building Information Modeling, os dois exemplos de adoção no ensino são extremamente diversos entre si e até entre outras faculdades, o que não qualifica qual a melhor ou pior abordagem. Esta diferenciação deve-se por um conjunto de fatores já referidos como a influência de entidades externas (RIBA e Governo); estruturas curriculares diversas, um curso faseado em 3 anos + 2 anos (Inglês) e um curso fluido e combinado em 5 anos (português); entre outros. Será de responsabilidade de cada entidade perceber qual a metodologia mais acertada, sempre consciente de que a dificuldade não é criar um curso novo mas acrescentar valor a um curso já direcionado.

### Licenciatura ou Mestrado

Não existe uma receita para implementar o BIM no ensino nem uma regra que dite que todos os profissionais da indústria da AEC necessitem de ser especialistas nesta metodologia, desta forma cada instituição ou conjunto de instituições deverá optar pela integração do BIM da maneira que achar mais coerente ou correta. O principal objetivo será sempre que se continuem a formar arquitetos e engenheiros com a capacidade de gestão em Building Information Modelling mas que não percam a sua vertente individual e conceptual enquanto arte e ciência.

Em regime de confidência, profissionais na área admitiram que o método mais

fácil de introdução do BIM no currículo de um curso de Arquitetura é quando criado e implementado de raiz. Isto é, integrar a teoria e a prática desta metodologia num curso já estruturado é extremamente rigoroso e desafiante comparativamente com criar uma especialização dedicada a todas as vertentes do Building Information Modeling. Como principais fatores apresentados para esta dificuldade destacam-se: a falta de conhecimento quanto à complexidade do BIM por parte de maioria dos professores; o tipo de ensino que funde a utilização do BIM com a doutrina atual tende a fixar-se apenas no treino de um software e não de um método de trabalho; e ainda, em vários casos, os docentes que não compreendem este mecanismo tendem a refutar abruptamente a sua adoção mesmo que por adaptação do existente.

Ao analisar dois exemplos tão distantes de efetivação no ensino – uma unidade curricular de carácter optativo e um mestrado totalmente dedicado à temática - surge a questão de qual dos processos é o mais correto para a adoção do Building Information Modeling. Em resposta, efetuou-se uma análise de outros casos mundiais como a Dinamarca, Finlândia, Hong Kong, Noruega, Singapura e Estados Unidos onde se verificou que não existe uma metodologia universalmente correta mas que existem algumas noções que são estritamente necessárias: primeiramente um país ou região não precisa de recorrer a uma única política BIM no ensino, mas sempre refletir numa perspectiva mais local dentro da mesma universidade, isto é, se dentro da mesma faculdade existirem diferentes cursos ligados à indústria da AEC e/ou Design deve-se adotar o mesmo método curricular em todos os cursos de forma a facilitar a integração e a promover a cooperação entre matérias.

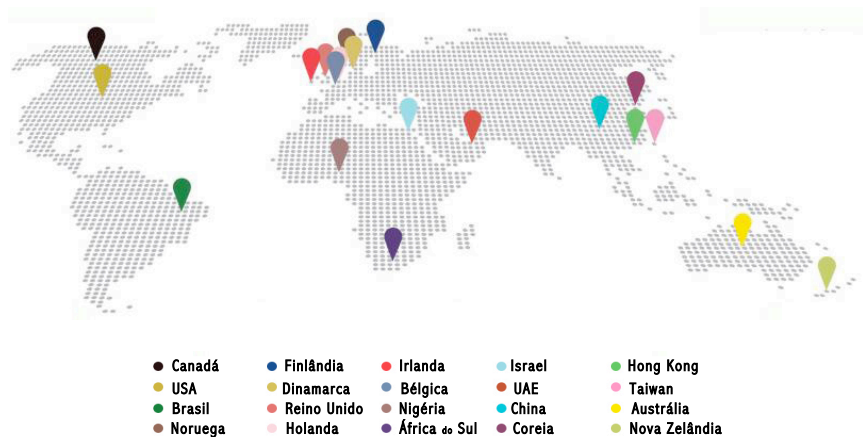


Figura 26 | Países que já introduziram o BIM no ensino. Mapa

Outro pilar extremamente importante é a opinião e compreensão da equipa de docentes da faculdade em análise a cerca do método mais correto a recorrer. Cada equipa de professores tem as suas preocupações, noções, necessidades e opiniões; mais importante, cada professor e coordenador tem perfeita e total noção das matérias e métodos que utiliza na sua cadeira ou agrupamento, dessa forma consegue reconhecer quais os procedimentos mais adequados.

Uma das dificuldades da implementação do BIM em alguns cursos deve-se a um currículo quase que inflexível. No caso da Faculdade de Arquitetura de Lisboa, o curso de Arquitetura é um curso onde a especialização que se escolhe na inscrição ao curso - dado que o mesmo se divide em dois momentos (licenciatura e mestrado), a especialização – já foi previamente pensado e onde o aluno fica automaticamente inscrito para continuar a sua formação. Dessa forma inserir o BIM como mestrado de um curso de Arquitetura nesta faculdade, como em muitas outras a nível nacional, seria pouco provável. No entanto, existe a hipótese de adotar enquanto integrante de todos os ciclos de estudos. Como se verifica, a análise do programa curricular é extremamente importante para uma implementação bem sucedida, bem como o estudo de prévias alterações ou modificações que o curso em questão tenha sofrido. Exemplos de sucesso, como cerca de 25 faculdades nos Estados Unidos (BARRISON e SANTOS, 2011) indicam que outro aspeto a ter em grande consideração é a combinação de métodos de ensino diferentes para que os alunos aceitem este novo paradigma de forma mais casual e autodidata. Estas faculdades estudaram os seus públicos alvo e concluíram que a introdução de tutoriais em formato vídeo por plataformas como o moodle eram excelentes incentivos aos alunos e aceleravam o processo de implementação.

Existem ainda métodos que auxiliam e apressam corretamente a adoção do BIM: a intervenção do governo e a contratação por parte da entidade académica de um BIM manager são outros dois incentivos extremamente prestáveis que os mesmos países referidos anteriormente adotaram. No Reino Unido, dado o crescimento desta indústria, o governo implementou um prazo de incorporação do BIM nas faculdades ligadas à AEC designado de “BIM deadline”. Com a meta vencida para o fim do ano de 2016, em 2014 foi criado um plano de três anos que envolve todas as instituições de educação superior ligadas à indústria. Este prazo imposto pelo governo levou a que a integração do BIM no currículo fosse um requisito quase que obrigatório à formação de qualquer futuro arquiteto, o que fez com que as universidades promovessem um

espírito de competição saudável entre elas para alcançar uma política educacional BIM mais completa - que preparasse os alunos para os novos paradigmas da profissão.

Contratar um profissional da área – um BIM Manager – é uma medida também frequentemente utilizada. Estes especialistas apresentam um certo custo inicial à faculdade alvo, que varia de acordo com o método de adoção. No entanto, universidades como a de Liverpool ou como a de Loughborough (ZULFIKAR e THORPE, 2016) indicam que o preço desta contratação é quase que insignificante quando comparado com a alternativa: despedir professores catedráticos, contratar professores habilitados com total conhecimento na matéria BIM, produzir programas curriculares sem experiência ou formação na área de gestão de operações BIM.

A título ilustrativo de casos de sucesso temos University of Liverpool School of Architecture que contratou o professor Arto Kiviniemi e a School of Civil and Building Engineering of Loughborough University que adoptou o plano de três fases sugerido pelo governo do Reino Unido.

*“This of course does not mean that every architect, engineer, project manager, or other AEC professional must be a BIM expert. Therefore it is crucial to implement BIM also as a part of the traditional education” - “Este curso não implica que todos os arquitetos, engenheiros, gestores de projeto, ou outro profissional AEC tenham de ser um especialista em BIM. Por isso é crucial implementar o BIM também como parte da educação tradicional.”*

Arto Kiviniemi, 2018 [Ver Anexo C]

### Plano Por III Fases

Dada a missão atribuída às instituições, o governo do Reino Unido decidiu fornecer algumas linhas condutoras baseadas em especulações, estudos, exemplos, textos e exercícios bem sucedidos - principalmente por universidades de Singapura e dos Estados Unidos – para facilitar a transição de alguns cursos de Arquitetura, onde o currículo de cursos ministrados era inflexível para a criação de novos mestrados ou especializações. Este plano de três fases tem a duração de três anos e tem como objetivo inserir o Building Information Modeling no currículo de qualquer regime de licenciatura. O princípio: três anos, três categorias de BIMLOs. Em pormenor, para embeber o BIM num currículo académico, os responsáveis pela reforma curricular têm

de compreender as características intelectuais e conceptuais do BIM (I), as competências práticas (II) e as competências transferíveis (III). Para potenciar estes três valores o governo aconselha e encoraja o auxílio de fornecedores de tecnologias BIM, de profissionais com experiência na área curricular e recorrer a documentos orientadores por parte de autores britânicos experientes.

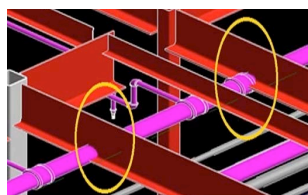
O plano é dedicado a programas de licenciatura ou de cursos compostos pela continuidade de mestrado integrado, com o fim de minimizar a ruptura entre o atual e o novo programa curricular e facilitar a transição de um para o outro. O gradual desenvolvimento de fase para fase permite a que os professores que já integram o corpo docente se adaptem e aprendam o BIM também progressivamente.

A primeira fase denominada de *Embedding bim in identified priority modules (I)* tem como principal função identificar quais as unidades curriculares base e possivelmente inalteráveis do programa de disciplinas ministradas no curso. Para esta seleção três aspetos são considerados: (1) dar prioridade a disciplinas que necessitem de poucos ou menos recursos; (2) mapear e perceber quais as disciplinas que se assemelham em conteúdo com possíveis disciplinas BIM; (3) assegurar que, quando alteradas as matérias e métodos, as disciplinas perdurem por vários anos e com possíveis alterações de programas.

*Mission BIMpossible (II)* é a fase seguinte que se destina a um workshop intensivo de cinco dias suportado por tutoriais em formato de vídeo, destinado aos alunos que estão (no momento da reforma curricular de implementação do BIM) no último ano de estudos. O intuito destas aulas extracurriculares consiste em proporcionar, a estes alunos que estão prestes a entrar no mercado de trabalho, uma experiência intensiva a cerca das capacidades e conceitos do BIM dado que não irão ter qualquer contacto com a mudança e as outras fases do plano de reforma curricular. Para a instituição, este workshop permite conhecer e examinar quais as dificuldades e quais os mecanismos a adotar no curso, isto é, os cinco dias de contacto com profissionais da área, exercícios de software, palestras de profissionais em BIM e tutoriais via vídeo possibilitam criar consciência entre os estudantes desta nova situação na indústria, examinar quais os softwares que melhor se adequariam ao programa em estudo, por via de tentativa erro nos exercícios, e ainda concluir quais os recursos necessários tanto em expediente como em tecnologias.

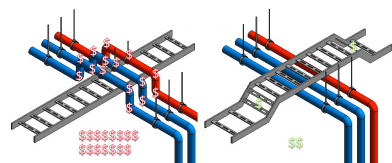
Por fim, a terceira fase – *New BIM dedicated modules*. Nesta última etapa do

programa os alunos e professores já se encontram familiarizados com a presença do BIM, o que por sua vez impulsiona a verdadeira alteração curricular para os futuros discentes na instituição. Esta última abordagem destina-se à criação de novas disciplinas no plano curricular adjacente às mudanças feitas até então. Estas novas UCs são apenas dedicadas a aspetos específicos do BIM como as competências e conceitos associados, as dimensões e as suas características (principalmente características como o 3D, 4D e 5D) bem como ao uso de software e bases de dados. Dentro do uso do software não existe um consenso quanto ao tipo de programa ou extensões do próprio, o aspeto mais em comum a cerca desta disciplina é a unanimidade, de cursos que já criaram esta UC, em dedicar esta matéria a dimensões como clash detection<sup>(3)</sup> e clash avoidance<sup>(4)</sup>.



**Figura 27 e 28 | Clash Detection e Clash Avoidance. Figuras Exemplo**

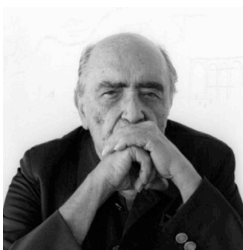
Clash Detection<sup>(3)</sup> e Clash Avoidance<sup>(4)</sup> são dois conceitos muitas vezes confundidos um com o outro. Na indústria da AEC em vários momentos ocorrem erros de intersecção entre elementos construtivos ou que ocupam erradamente o mesmo espaço físico, isto é, ocorre um Clash. Existem geralmente por três tipos: Geométrico, quando uma tubagem intersecta um elemento estrutural ou uma parede; Planeamento, sempre que as supostas fases sequenciais de uma obra se sobrepõem; Alterações, no caso de alguma mudança feita no projeto que não foi alterada nos desenhos técnicos. Clash Detection traduzido é um erro ou colisão detetado, onde ocorre uma inspeção e posteriormente um relatório. Clash Avoidance é a fase seguinte à dedução do erro, que por si mesma é a solução mais eficaz para o problema identificado, esta solução pode tanto ser em termos de



custos, tempo ou material. Previamente ao BIM já existiam ambos os conceitos e por sua vez já subsistiam soluções e métodos para os resolver, no entanto, principalmente o processo de Clash Detection era um processo penoso e que muitas vezes só era detetado na fase de obra. Utilizando o BIM existem duas maneiras de prevenir ou detectar

qualquer tipo de Clash e por sua vez retribuir com uma solução o mais eficaz possível: primeiramente quando todas as vertentes do projeto estão incluídas numa metodologia de trabalho BIM os desenhos são atualizados automaticamente, sobrepostos diretamente e podem ser observados quaisquer momentos da construção ou elementos do projeto no modelo tridimensional o que auxilia a prevenir os erros. Outra forma mais direta de detectar e solucionar são os programas BIM que estão equipados para tal sendo possível identificar até ao máximo de pormenor como um objeto dentro de outro objeto.





**Figura 29 | Oscar Niemeyer . Fotografia**

***“Para Oscar Niemeyer o que é a arquitetura?”***

*“A meu ver, arquitetura é invenção. E, sob esse prisma de compreensão, é que realizo os meus projetos, sempre em busca da beleza, de soluções expressivas, diferentes, capazes de causar surpresa.”*

(ARCHDAILY BR, 2012)

## 2.3. CASO DE ESTUDO - ARQUITETO

### 2.3.1. Definição e contextualização

#### Evolução

A história da Arquitetura está diretamente ligada com a evolução da espécie humana e das suas necessidades e gostos; porém, o reconhecimento da profissão de arquiteto começa séculos mais tarde à primeira construção feita pelo Homem, apesar de terem existido personalidades que eram encarregues da projeção dessas construções até à agnição da profissão.

Desde o início dos tempos que o Homem sabia da importância de um abrigo, de um local de proteção e conforto, um ser com gostos simples e práticos onde o arquiteto era o seu próprio ser individual na procura de um espaço físico, que o protege-se das condições climáticas bem como de predadores. A ambiguidade da história da arquitetura quanto a este capítulo prende-se pela divergência do que qualifica um objeto arquitetónico relativamente à espécie humana na altura. O importante a referir é que quer quando o Homem era um animal nómada na procura momentânea de uma caverna ou quando se sedentarizou e passou a criar os seus próprios espaços de habitação - como os Nuragos— o objetivo primordial era o seu conforto e proteção. Estes primeiros momentos da História lançaram uma discussão eterna sobre o maior tema procurado e trabalhado pelos arquitetos – a casa primitiva, habitação.



Figura 30 | Nurago . Fotografia

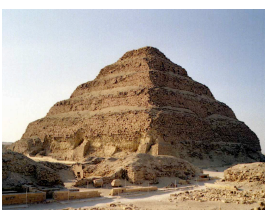


Figura 31 | Pirâmide de Imhotep .  
Fotografia

Seja por motivos religiosos, militares ou de crescimento urbano ao longo das Eras diversos arquitetos foram se manifestando de acordo com o seu papel na sociedade e das necessidades que o envolviam. Em 2700 a.C o faraó Djoser encarregou o sacerdote e ministro Imhotep de alterar o paradigma da Arquitetura Funerária, tornando Imhotep no arquiteto da primeira pirâmide do Egito. Na Antiguidade Clássica, Marcos Vitruvius Pollios destacou-se como o primeiro homem a ser reconhecido como arquiteto, para além satisfazer os pedidos do Imperador Augustus, Vitruvius debruçou-se sobre o que consistia a Arquitetura e todas as suas dimensões incluindo a daquele que a exerce, o arquiteto. A partir daqui estabeleceu-se mais uma característica do que constitui um arquiteto: aquele que projeta com base em princípios de utilidade/ funcionalidade, beleza e solidez (KOSTOF, 2001).

Já no Renascimento a profissão começa a dar os primeiros passos enquanto ciência, muitas vezes na altura designada de engenharia, onde o arquiteto ou engenheiro é aquele que é artesão e projeta obras magníficas; a título ilustrativo o caso do italiano Filippo Brunelleschi. Desde este movimento muitos arquitetos marcaram a história da arquitetura por diferentes motivos como Sir. Christopher Wren que compreendeu em pleno século XVII a importância do trabalho em equipa entre as diferentes áreas da construção e da arte a fim de chegar a um objeto final ideal, principalmente depois de ter projetado muitos dos edifícios Londrinos pós Grande Incendio de Londres de 1666; Gaudí, a criatividade e integridade de Antoni Gaudí em compreender o estilo gótico e exponencial-lo num sentido muito próprio do arquiteto; Le Corbusier, um arquiteto pleno em sabedoria capaz de compreender e reinterpretar os valores básicos da primeira premissa da história da arquitetura – a casa primitiva, habitação (KOSTOF, 2001). Entre muitos outros nobeis da arquitetura que cumprem em vida os princípios enunciados por Vitruvio nas suas obras e captam-nos segundo os valores que os definem: Oscar Niemeyer, Zaha Hadid, Álvaro Siza Vieira, Norman Foster, entre outros.

Nos dias de hoje, o arquiteto é um profissional reconhecido e licenciado que constituiu e projeta segundo os mesmos valores e premissas dos seus antecessores: os ideais de Vitruvius adaptados à evolução da sociedade. Em 2014, Portugal é o segundo país europeu com maior número de arquitetos – 21 200 – perdendo para a Itália e seguido pela Grécia.

## Competências e Valores

Para deixar a sua marca na história estes artesãos, filósofos e arquitetos possuíam características próprias em comum. Estas definem os valores base que um arquiteto deve ter para singrar na indústria e contribuir para um marco na história da arquitetura e da sociedade.

Estas aptidões não fazem de um individuo um arquiteto, dado que esse título apenas pode ser atribuído na conclusão do percurso académico e outorgado pelas diferentes ordens de arquitetura; no entanto, sendo uma profissão com um carácter subjetivo e artístico estes valores enriquecem as competências cognitivas adquiridas anteriormente à profissão.



**Figura 32 | Medalha em Bronze, Símbolo do Pritzker . Fotografia**

Anualmente desde 1979, sempre num edifício ou local diferente, é realizada uma cerimónia de atribuição do prémio Pritzker. Este prémio consiste numa quantia de 100 000.00\$ e uma medalha de bronze, ao arquiteto vivo cuja a obra construída honrada na cerimónia simbolize uma combinação entre talento, visão e compromisso para com os valores de Vitruvius, com a comunidade e para com o mundo da Arte e Arquitetura. Receber este prémio constitui a maior honra que um arquiteto pode receber.

O primeiro valor a ser destacado para realizar a ponte entre as dimensões acadêmicas e do mundo empresarial é a sabedoria. Compreender e aplicar o que foi lecionado - na faculdade - em qualquer momento do seu trabalho, influenciará as decisões e os processos de projeção de um arquiteto, em consequência, se assim o fizer, a aplicação dos conceitos de Vitruvius serão inculcados no projeto de forma metódica dada a interiorização do conhecimento que adquiriu com a academia e com os seus contemporâneos. Desta forma, o arquiteto como muitos outros profissionais, será sempre um aprendiz, desenvolvendo gradualmente o seu saber.

Sendo a Arquitetura um processo científico e artístico duas características muito importantes num arquiteto são as de Criatividade e Aptidões Técnicas. A primeira seja na resolução de problemas ou na conceção do objeto, é aquela que confere ao profissional o seu toque distintivo. A criatividade é a expressão artística na forma de inovação incremental ou inovação disruptiva, que combina os conceitos de beleza e função Vitruvianos. As aptidões técnicas são aquelas que irão demonstrar a criatividade do arquiteto, seja em termos de recursos como o design de modelação e o uso de softwares e tecnologias inovadoras; ou em termos de capacidade analítica onde compreende o impacto da sua ideia conceptual adaptando-a da forma mais adequada.

A capacidade de Liderança e de Organização são outras habilidades que devem constar nos valores básicos de um arquiteto. Saber ser um líder no seu dia-a-dia implica estar disposto a guiar, auxiliar e por vezes escutar todos aqueles que trabalham com e para ele, de forma a conseguir chegar a um único objeto final de acordo com tudo o que foi projetado idealmente. Para isto este precisa de ser organizado, dado que toda a gestão da sua equipa e de outras equipas associadas depende dele para alcançar o objetivo pretendido e de forma rentável.

Ainda, a capacidade de Visualização. Não só a visualização espacial e imaginativa mas a capacidade de demonstrar a terceiros o significado e o valor do seu trabalho. Bem como, ao ter esta capacidade de observar, promove a que o arquiteto esteja consciente das necessidades que o envolvem como ambientes sustentáveis e de alta qualidade.

Por fim, a Prudência e a Integridade. Um profissional que compreenda um edifício no seu todo e a marca que este tem enquanto estilo, espaço, cheio da cidade e memória percebe a essência do mesmo. O dilema surge quando se pretende fazer uma

ruptura com o passado, uma reinvenção, uma reinterpretação de um objeto ou estilo arquitetónico. A cópia não é algo tolerável no ramo. O que distingue um grande arquiteto é a sua capacidade de ter espírito crítico perante aquilo que observa e que compreende de maneira a retirar o melhor possível sem copiar ou insultar outros profissionais ou outros projetos de sua autoria. Assim de forma prudente o arquiteto estuda e imagina, não imita.

Em suma, um arquiteto não surge apenas da obtenção de um diploma ou de uma licença por parte de uma Ordem. Com a combinação entre o que aprendeu em conteúdos lecionados e a segurança que ganhou com a Ordem, conjuntamente com o que irá a adquirir com experiência, se este tiver a humildade para se aprimorar, será seguramente um excelente profissional.

## Práticas

Os deveres de um arquiteto partem por um conjunto variado de funções tanto em contexto público ou privado, que como qualquer profissão uma vez terminado o curso superior não implica que a aprendizagem esteja concluída. Para além do seu trabalho enquanto entidade comercial, o arquiteto deve desenvolver a sua arte e técnica, procurando sempre por novas oportunidades tanto de inovação como de publicidade ao seu trabalho. Estudar, pesquisar e participar em concursos públicos faz parte das suas tarefas.

Tipicamente segundo a Ordem dos Arquitetos portuguesa, o trabalho de um arquiteto na conceção de um objeto arquitetónico consiste em 6 fases, estas variam conforme o tipo de empresa ou atelier e a obra encomendada (ORDEM DOS ARQUITETOS, 2014).

Definição do programa preliminar/ Proposta de Honorários – em primeiro lugar com base nos objetivos e pedidos do cliente, e observação do local de implantação o arquiteto concebe esquematicamente uma ideia, um exercício, uma imagem elucidativa da ideia. Vulgarmente denominado de esquiço, este desenho à mão levantada esclarece o conceito. Posterior a este desenho, o arquiteto desenvolve outros documentos que apoiem o desenho base a fim de demonstrar jogos de escala entre o objeto e o homem e o objeto e a cidade. Uma vez aprovado pelo cliente é efetuado um contrato escrito conjuntamente com a proposta de honorários.

Estudo Prévio – a partir do desenho base são criados os desenhos técnicos. Estes documentos são descritivos de todos os aspetos gerais do projeto: estrutura, acabamentos, posicionamento e organização interior, mecânica, elétrica e canalização. Geralmente são decididos a maioria dos pormenores da macro escala do projeto como materialidade e a localização e tipo de vãos.

Projeto Base/ Pedido de Licenciamento – consequentemente à fase anterior, nesta dimensão são trabalhados os desenhos da micro escala: detalhes construtivos e outras especificidades da construção, denominados de Projetos de Especialidades.

Projeto de Execução – nesta fase, após a aprovação do pedido de licenciamento, são realizados os documentos para apresentar às outras equipas associadas à construção (o Projeto de Execução). Estes documentos gerados pelo arquiteto e aprovados pelo Cliente são expostos à equipa de Construção a fim de determinar inventários e custos. A partir do Projeto de Execução e dos Orçamentos é criado o Caderno de Encargos.

Seleção do Empreiteiro – esta etapa é auxiliada pelo cliente, pois este em conformidade com o arquiteto deverá escolher segundo uma análise de repertório, custos e objetivos um empreiteiro e um técnico da câmara municipal da localização da obra.

Assistência Técnica à Execução da Obra – sendo um elemento que presencia todas as fases, o arquiteto é responsável por todo o acompanhamento necessário à obra. Semanalmente ou mensalmente o profissional deve comparecer na obra para verificar a evolução do processo ou para responder a eventuais questões de projeto.

### 2.3.2. Cadeia de Valor

#### Valor Subjetivo

Tal como muitos outros países, Portugal tem uma entidade reguladora que estabelece o estatuto de arquiteto consoante um conjunto de valores e regulamentos criados por si – a Ordem dos Arquitectos. Esta associação pública é responsável desde 1998 pela profissão em Portugal segundo o Decreto-Lei nº176/98. Com sede em Lisboa, a OA procura preservar o património arquitetónico português e a qualidade de um ambiente sustentável; dar voz aos arquitetos promovendo-o a profissão e auxiliando



Figura 33 | Ordem dos Arquitectos  
. Logótipo

os seus respetivos membros. Esta instituição define duas formas de atribuição do título de arquiteto: para além de um conjunto de critérios técnicos como formação habilitante no domínio da arquitetura, plano de estágio e certificado de estágio profissional com a duração de um ano, a OA acredita que o exercício da profissão de arquiteto deve ser executada segundo o Regulamento de Deontologia (ORDEM DOS ARQUITETOS, 2016):

*“ (1) O arquitecto deve, no exercício da sua actividade, mostrar-se digno das responsabilidades que lhe são inerentes pelo prestígio da profissão. (2) No exercício da sua profissão, o arquitecto deverá manter, sempre e em quaisquer circunstâncias, a maior independência e isenção, não prosseguindo objectivos que comprometam a ética profissional, agindo com a adequada diligência, competência e profissionalismo. (3) O arquitecto deverá cumprir escrupulosamente os deveres consignados no Estatuto da Ordem dos Arquitectos e no Regulamento de Deontologia, e todos aqueles que a lei, usos e costumes lhe imponham na sua acção profissional.”*

Para além dos princípios deontológicos, a Ordem defende a profissão de arquitetura quando distingue o trabalho de um arquiteto do exercício da engenharia ou das funções de um empreiteiro - *“Os arquitetos são os únicos profissionais que possuem os conhecimentos e habilitações académicas e legais para fazerem projetos de Arquitetura, sendo que todos os outros técnicos, embora tenham o seu lugar na construção, não estão habilitados para fazerem projetos de Arquitetura.”* (ORDEM DOS ARQUITETOS, 2014).

Recentemente, a secção Regional Sul da OA organizou nos dias 15, 22 e 29 de Setembro e 13 e 20 de Outubro de 2018 uma formação BIM a todos os arquitetos e profissionais da AEC segundo um programa intensivo entre as 14h e 18h. Os formadores arquitetos Cláudia Antunes e Joaquim Danado subdividiram a formação em oito subtemas: (I) Introdução ao BIM (15/09), (II) Normalização BIM (22/09), (III) Modelação Paramétrica (29/09), (IV) Dimensões BIM (29/09), (V) Interoperabilidade (13/10), (VI) Implementação BIM (13/10), (VII) Contratação BIM (20/10) e (VIII) BIM na Indústria AECO (20/10); onde no fim da formação seriam atribuídos aos formandos um certificado de aprovação se cumprissem os critérios de avaliação. Este curso denominado de *Introdução ao BIM* surgiu como incentivo pela Ordem em demonstrar a oportunidade oferecida na Digitalização da Construção com o BIM enquanto modernização e reestruturação da indústria (ORDEM DOS ARQUITETOS, 2018).

### 2.3.3. Análise de Mercado

#### Valor Objetivo

A indústria da AEC procura resolver dois problemas fundamentais que têm vindo a definir esta área ao longo das últimas décadas bem como integrar-se em duas situações atuais. Em 2013, a empresa McKinsey realizou um estudo com base em análise de dados de projetos arquitetónicos e de engenharia relativamente ao desperdício de tempo e recursos pela indústria da construção; o resumo deste estudo mostrou que a ideia geral da população quanto à prestação de serviços destes sectores não estava errada, mostrando que projetos de grande escala regularmente levavam mais de 20% do tempo suposto a serem concluídos e podiam chegar até mais de 80% a cima dos gastos apresentados inicialmente ao cliente. Apesar de estar comprovado que com a contratação de um arquiteto os custos de obra adicionais tendem a não ultrapassar percentagens tão excêntricas, é de facto um problema que a profissão tenta superar.

Adicionalmente a libertar-se da ineficiência, o arquiteto procura abrir caminho para a sustentabilidade nos projetos a que se propõe, consciente de que com o poder digital terá um aliado para a projeção de espaços que integrem esta capacidade de forma criativa. A construção sustentável é a construção que reúne a criatividade e a racionalidade tanto no momento da construção como na preservação do construído, isto é, um edifício sustentável e de elaboração sustentável, onde as práticas usadas e integradas no projeto não alteram o meio ambiente ou os recursos naturais, em que o edificado promove o conforto térmico e maior eficiência energética. Este conceito de sustentabilidade para além de estar associado a muitos outros pareceres, é de facto potenciada pelo auxílio das ferramentas digitais (HOLZER, 2016).

O arquiteto digital é um conceito que está interiorizado em qualquer espaço de trabalho da profissão. Como qualquer empresa o auxílio da tecnologia é um dado adquirido como forma potenciadora do trabalho. Assim, o paradigma atual da indústria consiste em potenciar uma organização na construção digital que promove a colaboração multidisciplinar, a mobilização digital, uma cooperação eficiente na gestão da informação, dos recursos e do ambiente. Objetivamente, o mercado de trabalho procura o arquiteto BIM.

## Arquiteto BIM

Resumidamente, o arquiteto BIM é aquele que neste tipo de metodologia colaborativa de informação, opera num modelo integrado através de um software BIM, de forma a promover uma colaboração digital, otimizada mais rápida e eficiente. Um profissional capaz de projetar segundo materiais e métodos, pensando no futuro da obra pois a qualquer momento pode saber qualquer resultado sobre qualquer elemento.

O aumento da procura de profissionais neste novo ramo da profissão tanto no sector público como no sector privado levou a duas medidas sequenciais por governos e/ou autoridades de todo o mundo: o BIM Contractual - enquanto software indispensável; e o BIM Legal – uma metodologia de utilização obrigatória. As entidades governamentais criaram estes dois níveis de forma a que gradualmente a profissão e a metodologia fossem incorporadas ou adaptadas nas empresas, ateliers e firmas da AEC. De entre os países que já estabeleceram metas destacam-se: o Reino Unido e os Estados Unidos que definiram como uso obrigatório até Abril de 2016; Singapura e o Dubai até 2015; a Finlândia, a Noruega e a Suécia estabeleceram a meta até 2016; França e Escócia até 2017; Espanha e Itália entre 2020 a 2022; Chile e Alemanha até 2020.

Alguns dos países que se propuseram ao BIM Legal com um prazo anterior a 2018 não alcançaram todas as metas que desejavam, no sentido de que nem todos as empresas da indústria da AEC conseguiram chegar aos níveis de maturidade necessários, no entanto este estímulo dos governos promoveu a uma aceleração na adoção do BIM. Os profissionais e estudiosos da AEC nestes países apelam à necessidade de romper com a inércia de produtividade, à interiorização deste processo de interajuda que torna simples o complexo na fusão de todas as entidades da construção, para auxiliar na aquisição da realidade sustentável no futuro. Ainda, declaram que independente da estratégia é fulcral que exista uma colaboração entre o sector público, privado e académico.

Dada esta exigência, existem duas novas vertentes da profissão de arquiteto no mercado de trabalho para além do arquiteto BIM: especialistas BIM (BIM experts) e gestores BIM (BIM managers)(BARRISON e SANTOS, 2011). Por hierarquia de domínio da ferramenta, um especialista BIM é o único perito em todo o domínio do Building Information Modeling. É a única especialidade BIM capaz de conduzir qualquer outra

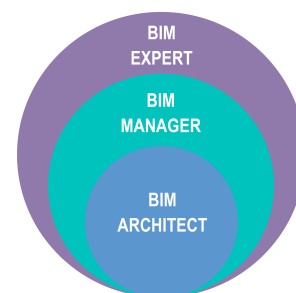


Figura 34 | Especialidades dentro do BIM . Diagrama

especialidade pois enquadra todo o conjunto de dimensões ligadas com consultoria. Os profissionais desta área são os principais responsáveis pelo desenvolvimento tanto da metodologia como dos softwares de apoio (EASTMAN, 2011). Estes técnicos são os entendidos em todas as especificidades do assunto, logo são muitas vezes chamado de consultores BIM (BIM consultant), investigadores BIM (BIM researcher), analistas BIM (BIM analyst) e ainda promotores de software (software developer).

Um gestor BIM é o profissional responsável pela coordenação que o contexto BIM requer numa organização. Este gerencia os recursos na implementação ou na manutenção da ferramenta, logo assume responsabilidades no domínio administrativo. (EASTMAN, 2011). Os BIM Manager são tipicamente os entendidos contratados numa adoção de uma metodologia BIM num espaço de trabalho, dado toda a capacidade de orientar o processo. Muitas vezes os gestores BIM são também intitulados de administrador BIM (BIM administrator), gestor de projeto BIM (BIM project manager) e ainda gestor de informação (information manager).

## PTBIM

Organizada pelo Instituto Superior Técnico, a Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e a Universidade do Minho, como iniciativa de consciencialização e disseminação do BIM e dos seus ideais em Portugal, em Maio de 2018 realizou-se o II Congresso Português de BIM – o PTBIM.

O PTBIM este ano, foi dedicado a objetivar em prol de definir uma política BIM em Portugal com o fim de construir uma nova realidade para a indústria. Com a ajuda de vários profissionais e da CT197 – BIM (AZENHA e COSTA, 2018) a conferência dividiu-se em sete partes de forma a que com casos concretos e testemunhos se abordassem as mais diversas áreas associadas ao Building Information Modeling: I - Normalização BIM e Implementação; II – BIM e o Ambiente Construído; III – BIM na Arquitetura e Engenharia; IV – BIM na Construção; V – Gestão de Operações e Manutenção; VI – Software; e VII – Formação. Com 250 participantes este fórum de discussão contou também com a presença da Comissão BIM Espanhola – EsBIM que lançou o exemplo para a Comissão Portuguesa partilhando a sua experiência e as razões que levaram, recentemente, o Governo Espanhol a instituir o prazo legal de implementação do BIM.

Com o testemunho Espanhol e dado o sucesso de ambas as edições do PTBIM, a CT197-BIM de forma voluntária tem vindo a desenvolver normas e guias para auxiliar o processo legal de implementação do BIM na indústria portuguesa. Estes documentos – Guia de Contratação BIM e o plano de Execução BIM – são duas sugestões da entidade que foram falados no congresso, bem como uma proposta de um mapa de processos.

Conjuntamente à PTBIM, mais três projetos reúnem esforços para a implementação do BIM na profissão: BIM Fórum Portugal; Projeto SIGABIM e Plataforma Tecnológicas de Construção e Grupo de Trabalho BIM.

Com o fim de contribuir para a digitalização da arquitetura a nível nacional e a fim de implementar os objetivos da diretiva BIM europeia foram criadas quatro subcomissões de trabalho coordenadas principalmente pelas entidades responsáveis no PTBIM: Subcomissão I - plano de acção e maturidade; Subcomissão II – trocas e requisitos de informação; Subcomissão III – Metodologias BIM; Subcomissão IV – Modelação e Objetos BIM.

## 2.3.4. Entidades Comerciais

### Atelier

Para além das visitas e acompanhamento às obras e de potenciais reuniões com clientes, ou fornecedores e ainda construtores ou engenheiros; o trabalho do arquiteto é realizado maioritariamente num espaço físico denominado de atelier ou gabinete. Um atelier parte de um principio de firma ou empresa de Arquitetura enquanto capacidade de escritório. A sua dimensão varia conforme o número de trabalhadores e o tipo de trabalhos realizados. Um atelier de pequenas dimensões varia entre os 4 a 9 trabalhadores, enquanto que ateliers de grandes dimensões como a SOM, Saraiva variam entre os 50 – 100 funcionários. Estes espaços de trabalho são dedicados primordialmente ao desenvolvimento de todas as componentes do projeto como os desenhos técnicos, relatórios, estudos, entre outros; bem como possibilitam reuniões e encontros com clientes e ainda auxiliam na cooperação entre os diferentes departamentos da construção.

O horário de trabalho de um arquiteto está condicionado perante o horário de trabalho do gabinete e os projetos da respectiva empresa. Desta forma é possível

definir dois tipos de horário: o fixo que varia ao longo do dia, segundo 8 horas (7 efetivo + 1 de almoço) de trabalho por dia, 40 horas semanais – em Portugal nas entidades públicas; e o flexível que se define pelo conjunto de horas adicionais efetuadas pelo funcionário em casa ou no atelier conforme os objetivos a cumprir nessa semana ou prazos e datas-limite do projeto em que está a trabalhar.

Existe ainda o conceito Home Office. Em algumas empresas de arquitetura, o espaço físico de trabalho é rotativo e funciona segundo um método de turnos. O arquiteto passa a realizar as suas funções maioritariamente em casa ou num local de sua preferência, visitando o atelier apenas em reuniões de grupo, de departamentos ou com clientes. Este estilo de trabalho tem vindo a ser desenvolvido mas maioritariamente por ateliers de grande escala, onde o local de trabalho não se caracteriza por gabinetes ou compartimentos individuais mas salas de grupo de carácter rotativo.

### Práticas e Ligações

Na generalidade uma firma produz um conjunto de serviços em busca da satisfação dos clientes. Estes serviços estão interligados segundo uma dependência de recursos, onde uma vez geridos os recursos e as suas respectivas atividades os serviços serão potenciados. Isto é, o tamanho de um atelier varia de acordo com a quantidade de serviços que o mesmo oferece, estes enquadram-se segundo as 6 fases anteriormente faladas: programa preliminar, estudo prévio, projeto base, projeto de execução, seleção do empreiteiro e assistência à obra. Ao estudar a quantidade de procura dos serviços da mesma empresa, o arquiteto irá gerenciar as atividades de acordo com os recursos que tem.

As atividades de um atelier variam conforme os serviços que se quer fornecer, no entanto, estas podem também ser fornecidas por uma contratação momentânea externa. Como principais atividades destacam-se: projetista ou design architect, técnico projetista ou technical architect, gestor de projeto, gestor BIM, escritor de especialidades ou spec writer, arquiteto de interiores ou interior designer. Dependendo do recurso (funcionários) estas diferentes especializações podem ser todas efetuadas por um único arquiteto. Num gabinete onde este recurso é abundante é possível que uma equipa realize cada função sem contratar serviços externos. Num gabinete mais pequeno algumas funções fundem-se entre si.

Um projetista é um arquiteto ou conjunto de arquitetos responsáveis pelas

fases de programa preliminar e estudo prévio. Esta é a função geralmente mais associada ao trabalho de um arquiteto. Aqui a atividade consiste em analisar o programa exigido pelo cliente, analisar o local e as suas restrições, estudar a demografia e as suas necessidades para transferir estas características para um projeto, criando um edifício.

A função de técnico projetista é aquela que dá continuidade à fase do estudo prévio e que projeta a documentação da construção. A atividade pretende que conforme os recursos disponíveis se trabalhe em equipa ou por projeto nas diferentes especificidades do edifício e não na sua generalidade conceptual. O trabalho é dedicado a estudar e solucionar o comportamento em conjunto de todas as especialidades da construção.

A ação de gerir um projeto parte por administrar todas as responsabilidades e deveres dos serviços de um atelier bem como os seus recursos. Um gestor de projeto é aquele com responsabilidades de liderança, resolução de problemas, motivação, documentação e comunicação perante os projetos ou/ e funcionários da firma. Este deve ter conhecimento total de toda a dinâmica e funcionamento de um projeto bem como dos horários dos trabalhadores da empresa. Para além destas funções, o gestor de projeto monitoriza o progresso e a cooperação entre todas as especialidades de uma obra.

No caso das empresas que já adoptaram um processo BIM, a função associada ao Building Information Modeling é apenas um cargo administrativo ligado a consultoria e gestão de todos os modelos e não de modelação. Trata-se de uma posição técnica de apoio e supervisionamento que muitas vezes pode ser confundida pela atividade de gestão de obra.

Por fim, existem duas atividades que muitas vezes são suprimidas com outras funções ou contratadas por empresas externas pelos ateliers mais pequenos: escritor de especialidades e arquiteto de interiores. A primeira função é destinada à criação de um documento extenso que refere todas as especificidades do projeto. Um documento geralmente denominado de Memória Descritiva mas muitas vezes só chega a ser extensivo em construções a grande escala. O arquiteto de interiores também é uma função que depende da dimensão do projeto. Quando o objeto é de grandes dimensões ou com diversas características que exigem elevado nível de detalhe e atenção, geralmente, separam-se as dimensões internas do edifício das externas; assim existe

um arquiteto que se foca essencialmente no trabalho de projeção interna.

## Cliente

Os deveres de um arquiteto partem por satisfazer as necessidades de uma entidade ou pessoa – o cliente. O cliente também chamado de comprador do projeto é aquele a quem o arquiteto fornece os seus serviços a fim de chegar a um objeto edificado, em que consoante os custos a que o cliente se quiser sujeitar o arquiteto poderá acompanhar desde a projeção do edifício à sua conclusão onde a construção está terminada, os devidos testes efetuados e os custos liquidados.

O arquiteto deve conceber a partir de um pedido, por mais ou menos específico que este seja, um projeto. Este projeto que se compõe segundo um conceito do Arquiteto deve ser discutido e administrado logo desde o início pelo cliente, assim, evitar-se-ão dificuldades futuras e o objetivo final concretizar-se-á de forma mais eficaz. É também dever do profissional de informar o cliente a cerca dos gastos associados à construção; escolher a devida equipa de construtores, fornecedores, engenheiros, urbanistas, entre outras entidades da indústria da construção; e ainda administrar e assegurar a negociação entre todas estas entidades.

Sendo aquele que faz a ligação entre o desejo do cliente e a elaboração da ideia por parte dos outros constituintes da construção, é essencial para o arquiteto que a aprovação do cliente esteja patente em todos os planos de discussão do projeto: forma, aparência do edifício, materialidade, composição, detalhes técnicos ou construtivos, entre outros aspetos ainda mais específicos como o funcionamento do sistema de ventilação, sistema elétrico e canalização. De certa forma, o cliente acaba por auxiliar o arquiteto na monitorização do projeto.

Cada cliente tem a sua particularidade, a sua forma de pensar e o seu grau de interesse ou entendimento sobre o projeto. Dependendo do cliente, o arquiteto deverá adaptar a sua postura, mantendo a sua essência e a do projeto em questão; para isso, existe um recurso essencial a qualquer atelier – os softwares. Num mundo totalmente integrado na dimensão digital, a imagem como forma de expressão é uma ferramenta extremamente importante e uma grande mais valia a um atelier. Este recurso para além de auxiliar e ser auxiliado pelo desenho à mão, é capaz de projetar o cliente no espaço físico em elaboração bem como mostrar de forma mais cómoda e rápida a qualquer pessoa envolvida no projeto a sua especialização e os objetivos a alcançar no edifício.

Conforme o atelier o recurso softwares pode ser tanto um único software como o uso de múltiplos. O mais importante para um cliente é a otimização do tempo, dos gastos e dos recursos desta forma o Arquiteto pode demonstrar ao cliente todos os aspetos do seu trabalho da forma que melhor considerar e consoante os métodos de trabalho de costuma adotar.

Assim sendo, o recurso software nos dias de hoje é umas das maiores fontes de comunicação com o cliente, por ser uma fonte visual de informação; bem como um dos principais recursos na concretização das atividades de um atelier. Como principais softwares utilizados destacam-se: o Autocad, o Revit, Adobe Photoshop, Adobe InDesign, Sketchup e 3DS Max. Sendo que, conforme o método de trabalho, alguns softwares podem ser muito mais que apenas uma ferramenta de ilustração.

## Novos Objetivos

Para além de todas as vantagens associadas à implementação de uma metodologia BIM na projeção de um edifício e na sua execução, para um atelier o uso do BIM trata-se também de uma vantagem competitiva. A utilização desta metodologia por um atelier otimiza todas as necessidades adjacentes à profissão como a satisfação dos clientes e a cooperação entre intervenientes de forma eficaz, onde as ferramentas utilizadas têm tanto um carácter visual bem como informativo.

Existem várias razões que justificam a adoção do BIM por completo num atelier, independentemente da sua dimensão. Para os ateliers o BIM evita a terceirização de serviços no que toca à produção de imagens de visualização do objeto final, principalmente para ateliers mais pequenos onde os recursos são mais limitados; auxilia na economia tanto de tempo como de custos dado que oferece maior flexibilidade quando se quer efetuar alguma alteração no projeto, pois todos os constituintes do projeto são alterados; e ainda, os modelos tornam-se mais ricos e precisos o que proporciona a que o arquiteto tenha mais tempo no desenvolvimento de composições mais orgânicas ou complexas pois qualquer alteração ou previsão é passível de ser feita diretamente.

No entanto a maior vantagem competitiva do BIM está associada a todo potencial perante o cliente: a qualquer momento o cliente pode obter uma imagem real - atualizada - de qualquer aspeto do projeto que precise de esclarecimento, para além de ter uma noção muito mais realista dos diferentes espaços projetados pelo arquiteto.

O cliente obtém ainda feedbacks muito mais coerentes com o resultado final no que diz respeito a qualquer dimensão da obra, seja tanto numa dimensão mais técnica como estética, bem como os custos e tempo de obra. Ainda, graças à Autodesk já é possível oferecer ao cliente a partir do serviço LIVE e com o software Revit uma experiência, atualizada, detalhada e em parte real do resultado final numa dimensão de realidade virtual.

Assim das mais diversas formas, sempre com o objetivo de otimizar os serviços do atelier, o novo objetivo nas empresas da indústria da AEC é enquadrarem esta dimensão na sua metodologia. Na conferência "*Why implement BIM in 2020*" organizada pela PlanBIM, a Junho de 2018 no Chile empresas que já adoptaram por completo este sistema afirmaram que os ateliers devem seguir os manuais e os guias já publicados sobre a temática de implementação do BIM na dimensão profissional, mas primeiramente reconhecer alguns fatores chave para que esta efetivação no espaço de atelier seja bem sucedida, independentemente da dimensão ou quantidade de recursos da firma.

Compreender que o BIM é uma metodologia é a base para o êxito na aplicação num atelier. A proporção exata será investir em 20% de hardware, 30% em software e 50% em reformulação do formato de trabalho a que o atelier está familiarizado. Esta adaptação parte por compreender quais as deficiências do espaço de trabalho consoante os conceitos dos manuais BIM, principalmente na estrutura de tornar os serviços num sentido colaborativo e comunicativo.

Uma vez concluídas quais as principais alterações a serem feitas segundo esta lógica é necessário que o atelier interiorize que irá ultrapassar diferentes fases de maturidade dado que primeiramente o mais provável é que o mesmo utilize um procedimento BIM mas as suas empresas parceiras não estejam familiarizadas com o processo (chamado de nível Solitário); posteriormente dentro do atelier irão existir projetos onde o BIM irá ser implementado e outros onde o BIM estará a ser realizado de forma incompleta ou incoerente (fase Informal); e finalmente a fase Contractual onde o BIM já está totalmente incorporado e é de uso obrigatório. Para que se chegue à fase contractual é necessário que exista uma pré-coordenação do trabalho a realizar pelas diferentes atividades definindo um guião a cerca dos níveis de informação a que cada serviço que alcançar. Simultaneamente aos 50% de metodologia é necessário adquirir o hardware e instruir todos os profissionais segundo o software escolhido.

Por fim, à medida que o trabalho for feito e as fases ultrapassadas o arquiteto ou a equipa de arquitetos irá consciencializar-se de que o Building Information Modeling funciona independentemente da dimensão ou tipologia do projeto, e principalmente de que este potencializa a criatividade. Por experiência dos ateliers que apresentaram o seu ponto de vista na conferência, quando se utiliza uma biblioteca já pré-definida mas com capacidade para acrescento ou adaptação, o Arquiteto consegue dedicar mais tempo a aspetos mais inovadores ou diferentes do projeto.

### 2.3.5. Concepsys e ConcepsysBIM

#### Contextualização

Fundada em 2002 a empresa portuguesa Concepsys é um gabinete de arquitetos constituída por uma pequena equipa de profissionais totalmente formalizados com a metodologia BIM - entre eles o Consultor BIM arquiteto António Pina. Habitados a trabalhar com esta ferramenta desde os primeiros projetos, a Concepsys foi desenvolvendo naturalmente o alcance dos seus serviços aos mais diversos projetos, sempre integrados num sistema de multidisciplinariedade de informação integrada. Até aos dias de hoje a empresa recomenda a metodologia como ferramenta que aumenta a eficiência dos serviços bem como dos recursos, e ainda potenciadora de capacidades incomuns de comunicação com o cliente.

*“(BIM) Um spin-off na arquitetura. Há anos que usamos... Nasceu com o gabinete”*

António Pina, 2018 [Ver Anexo D, p. 135]

Em 2009 a Concepsys foi-se apercebendo do contributo que poderia oferecer a outras empresas. Dotados de um departamento de TI sempre rigoroso na monitorização e acompanhamento de cada projeto, a criação de variadas bibliotecas tornou-se usual para uso próprio do gabinete nos seus projetos, acrescentando valor na viabilidade dos mesmos. Em 2011, com o objetivo de apoiar outras firmas a integrarem o processo colaborativo BIM e de as tornar mais competitivas e produtivas nas suas respectivas áreas, a Concepsys desenvolveu o departamento de TI numa empresa de consultoria BIM. Com a visão de se tornarem a principal marca de



CONCEPSYS  
Estudos e Projectos  
de Arquitectura, Lda

Figura 35 | Concepsys. Logótipo



CONCEPSYS

Figura 36 | Concepsys BIM .  
Logótipo

referencia a prestar este género de serviços, a ConcepsysBIM para além do desenvolvimento de bibliotecas profissionais, implementa sistemas e metodologias BIM noutras empresas do âmbito da AEC segundo os objetivos, necessidades e grau de desenvolvimento tecnológico das mesmas.

A empresa garante que as fases de projeto *“(...) constituem o momento em que melhor se conseguirá garantir o bom funcionamento e conforto futuros na utilização das construções”* (CONCEPSYS, 2018), assim se o BIM for o principal método de trabalho dos gabinetes, a sustentabilidade poderá ser assegurada.

## Serviços

Apesar de ambas as dimensões da Concepsys trabalharem em simultâneo e em paralelo, os serviços proporcionados são diferentes entre si. A Concepsys – gabinete de arquitetura – de acordo com as necessidades dos clientes e com alianças com diferentes fornecedores de serviços de outras especialidades; cria, gere e coordena projetos de arquitetura bem como soluções de avaliação imobiliária e gestão de instalações. Dada a incorporação do processo BIM como norma da empresa, permite projetar, planear e desenvolver pelas mais variadas especialidades da construção independentemente do local de implantação do edifício projetado. Para os clientes esta metodologia reflete-se diretamente no custo dos serviços e nos níveis de desempenho e qualidade. O arquiteto António Pina exemplifica com um caso dos Estados Unidos: dedicado a mostrar que a informação serve para variadas funções refere que no caso da projeção de um hospital no Estados Unidos, a partir de outra cidade ou país é possível fazer-se qualquer tipo de estudo e conclusões graças à informação totalmente fornecida pelo modelo digital do projeto. Uma vez obtendo as informações no modelo como a título ilustrativo o volume de aço necessário, é possível analisar as cotações da bolsa e determinar quando será mais barato obter o aço necessário.

*“Dúvida – Modelo – Esclarecer; graças à facilidade de posicionamento no BIM maioritariamente o nosso trabalho é internacional”*

António Pina, 2018 [Ver Anexo D, p. 135]

A ConcepsysBIM concentra-se na prestação de serviços de consultoria BIM, centralizados na formação, suporte e integração da metodologia do Building Information Modeling nos processos de trabalho. Para qualquer cliente da indústria da AEC auxiliam na implementação do BIM através da formação dos funcionários da empresa bem como com serviços de suporte nas áreas técnicas e de marketing; ainda, consoante os objetivos do cliente, desenvolvem ferramentas tecnológicas e bibliotecas de produtos CAD e BIM. O principal objetivo dos serviços da consultora BIM é de colocar à disposição de proprietários, arquitetos, engenheiros, construtores e fabricantes a experiência que têm no ramo da construção.

### Requalificação - Foz do Lizandro

A requalificação da Praia da Foz do Lizandro em Mafra [Ver Anexo E] é um projeto exemplar de natureza empresarial e infraestrutura – reconhecido pelo turismo de Portugal - totalmente realizado com recurso a ferramentas BIM. A obra orçada em 1 932 348, 04 euros pretende requalificar uma das praias com maior afluência do POOC Alcobaça – Mafra com quatro apoios de praia: 2 equipamentos de apoio de praia, 1 apoio completo e 1 apoio simples; e um novo parque de estacionamento para 350 veículos que contém áreas para tomada e largada de passageiros, bem como zonas de espera e de estacionamento para transportes públicos. Para interligar os equipamentos e os acessos à praia, a equipa de quatro arquitetos criou um passadiço em madeira sobre-elevado.



Figura 37 | Requalificação da Praia da Foz do Lizandro . Render

*“O BIM não é só uma imagem 3D, é um processo de execução (...)”*

António Pina, 2018 [Ver Anexo D, p. 135]

O processo de trabalho da Concepsys mostrou fazer a diferença na projeção do novo espaço que inclui uma paisagem natural de regeneração do sistema dunar. Para além da Concepsys estiveram envolvidos no projeto a Coreplan e a empresa Ceregeiro, nomeadamente nas responsabilidades de paisagismo e de engenharia biofísica. Responsáveis pela arquitetura e pela coordenação geral, a equipa da Concepsys projetou o espaço segundo um modelo BIM totalmente criado por eles; onde cada objeto foi estudado e colocado de forma a potenciar as qualidades da praia. Os elementos foram todos desenhados pelos arquitetos, consequentemente a informação está inteiramente catalogada no modelo, sendo possível preservar o espaço e perpetuar a sua qualidade. Uma vez catalogados a empresa forneceu todos os relatórios dos objetos necessário e das suas especificidades aos fornecedores, atribuindo assim individualidade e valor ao projeto.

### Testemunho

A Concepsys e a ConcepsysBIM comprovam que com apenas um gabinete de arquitetura, sediado na Avenida Elias Garcia em Lisboa, é possível com uma metodologia BIM chegar a qualquer cliente independentemente do local do projeto. Esta tecnologia permite a realização de projetos a tempo real nacional e internacionalmente nas mais diversas áreas. A Concepsys realiza maioritariamente projetos em Portugal, Angola e Cabo Verde no âmbito da hotelaria, restauração, comércio e serviços, habitação, urbanismos, reabilitação e ainda para concursos. A Concepsys BIM trabalha com parceiros e clientes nos Estados Unidos, Brasil, Reino Unido e Cabo Verde.

Conjuntamente com a Concepsys, empresas como a EDP e a Águas de Portugal já incorporam o BIM como processo de trabalho. Estas adoptaram-no por ser um procedimento óbvio a incorporar, tal como a alteração para sistemas CAD foi uma evolução normal, que nos dias de hoje é tomada como uma garantia em qualquer processo de trabalho na profissão da Arquitetura.

*“A mais valia (do BIM) é impossível dizer qual. (...) O BIM é uma inevitabilidade que começou nos gabinetes de arquitetura e depois passou para as construtoras (...)”*

António Pina, 2018 [Ver Anexo D, p. 135]

Segundo os dados disponibilizados pela empresa Synectics – uma das principais consultoras BIM a nível mundial – o sistema do Building Information Modeling compensa na visualização, na coordenação, na previsibilidade, na documentação e na simulação reduzindo *“20% no custo inicial de construção, 33% no custo ao longo do ciclo de vida dos edifícios, 35% a 43% nos riscos e incertezas e entre 47% a 65% nos conflitos e trabalhos adicionais na construção.”*. Estas mais valias autenticam o processo BIM de tal forma que países como os Estados Unidos já utilizam a tecnologia para outros fins para além da construção, dado que as obras públicas realizadas recentemente já se encontram num processo de digitalização das cidades (CONCEPSYS BIM, 2018).

Dada a magnitude do impacto deste processo de trabalho, é de opinião do arquiteto António Pina que o BIM já deveria estar a ser lecionado nos cursos ligados à AEC, de maneira a que os alunos compreendam a importância da colaboração e organização em equipa segundo esta metodologia.

### 2.3.6. O Ponto de Inflexão

#### Aldar Headquarters

A sede da empresa de programação de softwares Aldar Properties PJSC faz parte de um complexo de maravilhas arquitectónicas da Yas Island em Abu Dhabi desde 2007, denominado de Aldar Headquarters [Ver Anexo F]. Anexado a outros pontos de referência do complexo como o Ferrari World e o Abu Dhabi National Exhibition Center, o edifício icónico pela sua geometria e vencedor de vários prémios como o Tekla BIM Awards em 2009 e Best Futuristic Design em 2008, é um dos primeiros exemplos de uma tentativa BIM num projeto de tão grande escala.

Encomendado para se tornar numa obra prima e num exemplo de fusão entre a engenharia e a arquitetura; o projeto com 23 andares destacasse no horizonte da cidade como sendo o primeiro do seu género no Médio Oriente. Um edifício em forma de moeda, semi-esférico, com duas fachadas circulares convexas interligadas por uma banda estrutural estreita em vidro. Com 110 metros em altura, um diâmetro de 120,9 metros e largura de 36,4 metros no centro e 10 metros nas área periféricas; o edifício é composto por uma estrutura central em betão que suporta uma estrutura metálica em aço formada por vários anéis que descarregam as forças em colunas pontuais

periféricas, também elas em aço. Este diagrama em aço com 6400 toneladas comporta 25 000 m<sup>2</sup> de área de vidro dividida por 3200 painéis.

O projeto de planta flexível implantado segundo uma península com diversas vistas para a cidade e canais projetado pelo gabinete de arquitetura libanês MZ Architects provou corresponder às expectativas requeridas pela Aldar Properties PJSC (HOLZER, 2016). No entanto, o material predominante – o aço – não é um material de fácil disponibilidade nos EAU comparativamente a outras riquezas da região como o petróleo; assim, adicionalmente à necessidade de aço de alta qualidade que seria proveniente do Reino Unido, foi necessário encontrar uma solução num novo método que não comprometesse o projeto, respondesse às necessidades estruturais e tecnológicas, bem como aos problemas de logística e processos de construção.

Adicionalmente à equipa da empresa MZ Architects e ao engenheiro consultor Arup foi contratado o empreiteiro Lainy O'Rourke, que com a sua vasta experiência em integrar qualquer projeto segundo uma construção virtual, adicionou à equipa projetual dois coordenadores BIM – Stuart Bull e Steve Penell (HOLZER, 2016). A equipa adotou um processo de trabalho BIM e graças ao auxílio de Bull e de Penell foi possível cumprir os objetivos estipulados, o prazo previsto e ainda a colaboração multinacional. Para alcançar o devido sucesso, foi criado um modelo virtual segundo os regulamentos e decretos do Reino Unido e de Abu Dhabi; estipulou-se uma linha de comunicação e colaboração entre os diferentes intervenientes – empreiteiro e fabricante de aço (William Hare) do Reino Unido, gabinete de arquitetura libanês, coordenadores BIM de Sidney; e ainda segundo o programa Tekla Web Viewer – programa de visualização BIM, foram retirados relatórios e desenhos técnicos que permitiam melhor detalhe sobre qualquer aspeto da construção, nomeadamente quanto à estrutura em aço.



Figura 38 | Aldar Headquarters .  
Render



Figura 39 | Estrutura Aldar  
Headquarters . Render

O recurso à metodologia BIM originou numa poupança de 25% no tempo de execução do projeto e 20% nos custos inicialmente propostos. Apesar do modelo altamente sofisticado, a ausência de um gestor BIM levou a que cada especialidade se concentra-se pontualmente apenas no seu contributo, o que originou alguns problemas como o facto de não ter sido estudado um Plano de Execução BIM, logo alguns aspetos da construção tiveram de ser testados apenas no local.

Um exemplo apresentado por diversos especialistas como um modelo de uma colaboração de confiança e respeito entre arquiteto, engenheiro, consultor BIM e fabricante.

## Barangaroo Headland Park Foreshore

Darling Harbour ou Barangaroo é um local da área costeira da cidade de Sydney conhecida pelas suas inúmeras transformações paisagísticas e tipológicas desde 1780. Seguindo as características de toda a zona costeira de Sydney Cove, Barangaroo apresenta uma topografia irregular que varia entre vegetação serrada e praias paradisíacas que desde a era colonial da cidade sofreu intervenções a nível da faixa litoral submergível (zona entre-marés). Em meados de 1820 foram edificados dois cais para trocas comerciais e para servir embarcações de transporte – Walsh Bay e Millers Point, que vieram a atribuir o nome ao local (HOLZER, 2016).

Em 2004 as empresas australianas Johnson Pilton Walker e Peter Walker and Partners Landscape Architecture ganharam o concurso que visava redesenhar a nova frente da atual reserva de Barangaroo Headland Park. O objetivo do concurso consistia num projeto para a zona entre marés (foreshore) de Barangaroo que deveria culminar num pontão que contornasse o parque na sua dimensão litoral. O projeto vencedor precisaria criar oportunidades de ligação entre o paredão e as ocasionais piscinas das enchentes de maré ou pequenas praias.

Como gabinetes de arquitetos experientes, o projeto vencedor criado pelas duas firmas reinterpretou o antigo porto de Millers Point transformando o parque natural num dos maiores projetos realizados em Sydney nos últimos 20 anos, que satisfaz as necessidades do acesso público ao local de forma segura e naturalista - relação topográfica que já não existia desde 1836. O projeto consistia num conjunto de blocos de arenito (pedra local) dispostos de forma irregular, deslocados entre si em direção à linha de água. Essa disposição desenhada para os 10 000 blocos permitiam o acesso público requerido adaptável às alterações da maré.

O dimensionamento, corte e forma irregular dos blocos de arenito, o transporte, a topografia do local, as marés e as grandes limitações quanto à circulação pedestre, eram algumas das dificuldades às quais o projeto deveria responder (HOLZER, 2016); porém, o projeto inicial apresentado indicava algumas falhas a nível de capacidades técnicas, constrangimentos construtivos locais e fatores de custos nas soluções apresentadas aos problemas. Para que



Figura 40 | Barangaroo Headland Park .  
Render

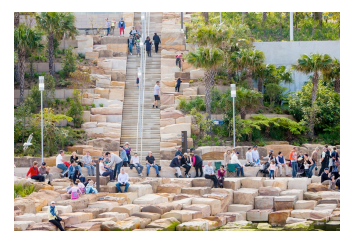


Figura 41 | Blocos de Arenito -  
disposição . Fotografia

o conceito vencedor não fosse comprometido e a fim de solucionar as falhas do projeto inicial, foi contratado por parte de ambas as firmas o consultor BIM John Hainsworth que, em deliberação com a restante equipa, compreendeu que o obstáculo na execução do projeto pretendido estava na dificuldade que a construtora Lend Lease tinha em complementar o conceito dos arquitetos com a sua lógica de operação.

A Lend Lease propôs então que se contratasse a consultora de engenharia Aurecon a fim de instalar um processo BIM onde predominasse uma visão de cooperação entre todas as entidades: arquiteto, engenheiro, empreiteiro e pedreiro. A partir da colaboração entre as quatro modalidades intervenientes no projeto foi possível criar-se um modelo que resolvia o encontro entre o conceito da equipa de arquitetos com as exigências da construtora, dado que cada entidade conseguiu compreender os métodos e objetivos das restantes, principalmente nos aspetos ligados ao corte e propriedades do material a aplicar, bem como o tratamento dos desperdícios. Assim, o sucesso do projeto Barangaroo Headland Park Foreshore [Ver Anexo G] derivou da solução encontrada - uma bancada/ socalcos subterrânea à disposição dos blocos de arenito sem comprometer o design dos arquitetos do projeto inicial.

## BIMAGE

Em ordem de aumentar a produtividade do país até 25% a BCA implementou em Singapura um guia BIM denominado de BIM Roadmap, em 2010. O objetivo seria que 80% da indústria da construção usasse o BIM em 2015. Graças à colaboração da BCA com algumas entidades Governamentais, Singapura é um dos países com maior taxa de sucesso na implementação do BIM, onde a interiorização da metodologia nas firmas no âmbito da AEC tem vindo a aumentar anualmente ao ponto de este sistema já ser uma característica indispensável à concretização de qualquer projeto. (KANETA, FURUSAKA, TAMURA e DENG, 2016).

No final de 2010, a elevada procura de especialistas e gestores BIM levou ao aparecimento de empresas de consultoria BIM, entre elas a BIMAGE Consulting PTE. Estas consultoras BIM como a ConcepsysBIM e a BIMAGE são empresas que auxiliam

gabinetes e firmas da AEC a incorporar o BIM como método de trabalho. A BIMAGE conta com uma equipa de arquitetos, engenheiros, operadores TI, gestores de projeto e especialistas BIM, que com mais de 400 projetos desenvolvidos nos mais variados países como Singapura, Malásia, Camboja, Indonésia, Brunei, Japão, Índia e EAU têm vindo a receber, gradualmente ao longo de 8 anos, prêmios como o BIM Platinum Award, BIM Gold Award e Singapore's strategic BIM Consultant.

Esta consultora BIM disponibiliza um plano de serviços para cada indústria da construção, sempre centrados na formação dos funcionários das empresas clientes. Estes serviços dividem-se principalmente em dois programas– (I) gestão de projeto e processo de consultoria de implementação BIM; (II) serviço profissional. Indiferente ao ramo de indústria da construção, a principal linha condutora de abordagem da BIMAGE passa por fornecer e desenvolver a tecnologia que o cliente necessita consoante os desejos e os recursos disponibilizados; sempre em prol de abordar todas as especificidades desde o LOD200 ao LOD500. Os programas oferecem uma experiência *in situ* com gestores e arquitetos BIM que orientam o cliente numa adoção correta da ferramenta fornecendo as mais avançadas técnicas de modelação atualmente. A empresa afirma que é capaz de adaptar qualquer projeto, em qualquer fase de qualquer dimensão da AEC (BIMAGE, 2018).

Para o ramo da arquitetura a empresa com sede em Singapura disponibiliza um variado leque de serviços, entre eles: “*produção de documentação; bibliotecas detalhadas BIM; BIM & CAD Standarts; conversão 2D CAD para 3D BIM; Clash Detection e soluções*” (BIMAGE, 2018). Estes serviços surgem de uma combinação entre a vasta experiência da equipa de arquitetos BIM da BIMAGE em modelação e cooperação, com um programa de processos sequenciais para a produção de documentação e análises de informação. Segundo um documento contratual são estipulados todos os objetivos que o cliente pretende, conjuntamente com todos os procedimentos que a equipa de operadores credenciados pela Autodesk irá fornecer ao gabinete cliente.

A BIMAGE Consulting PTE, como muitas outras empresas deste ramo, identificaram no mercado de trabalho da indústria da construção um espaço para o desenvolvimento de novas profissões ligadas ao BIM. Esta conquista no mercado pelas consultoras BIM deve-se ao facto de que a implementação do sistema num espaço de trabalho não é um procedimento fácil, contrariamente é um processo que ao ser metódico e demorado desafia todos os integrantes da empresa, que sem o próprio acompanhamento pode ser prejudicial à efetivação do sistema. O treino, integração e

**BIMAGE**  
CONSULTING PTE LTD

Figura 42 | BIMAGE . Logótipo

colaboração das equipas de funcionários é a tarefa mais complicada, principalmente quando os formadores não têm qualquer experiência ou formação na área da consultoria BIM. Assim as consultoras tornaram-se numa necessidade para que os resultados na vertente da adoção do BIM na dimensão profissional fossem um sucesso rápido e eficaz.

### 2.3.7. APRECIÇÃO FINAL

O objetivo da utilização de uma metodologia em Building Information Modeling parte pela capacidade que a ferramenta tem em potenciar os valores do arquiteto bem como do projeto em si. Quando um método de trabalho é a própria forma de representação, onde o desenho é um objeto com informação associada, em que o desenho representativo é substituído por uma construção virtual - o trabalho do arquiteto passa a ser valorizado na medida que não basta aprender o funcionamento de um software para representar um projeto. Para trabalhar em BIM é necessário o valor do conhecimento do projetista – saber sobre Arquitetura e saber praticá-la.

*“Bim é a digitalização da construção na Era da Informação Digital.”*

António Pina, 2018 [Ver Anexo D, p. 135]

A utilidade do BIM responde aos deveres do arquiteto no exercício da profissão segundo um leque diverso de operações, bem como potencia os valores do mesmo. Ao ser uma ferramenta de partilha contínua de informação e saber, o arquiteto está em constante trabalho de desenvolvimento pessoal e daqueles que o rodeiam. O trabalho colaborativo e multidisciplinar implica a capacidade de liderança e organização por parte do arquiteto; a eficiência e exatidão da ferramenta auxiliam na sua capacidade de visualização bem como na ligação com o cliente e os outros intervenientes na edificação do projeto; dada a capacidade de atualização em tempo real de qualquer dimensão do projeto, a metodologia permite que o arquiteto estude e crie distinção no seu trabalho pois implica que se pode debruçar com maior atenção sobre alguns aspetos mais peculiares ou essenciais ao conceito, pondo em prática a sua criatividade num domínio da técnica. Ainda as qualidades associadas à integridade são valorizadas, dado que qualquer vertente ou alteração do projeto pode ser analisada sobre qualquer ângulo.

## Aplicação Correta do BIM

Os deveres de um arquiteto, bem como de qualquer profissão que ofereça um serviço, partem por agradar o cliente, compreendê-lo e corresponder ou superar as expectativas impostas no seu trabalho. Uma relação de confiança com o cliente é assegurada quando o arquiteto compreende e traduz o desejo do mesmo de forma eficiente. Assim nesta relação, quanto maior a transparência entre ambas as partes a cerca dos objetivos do projeto, melhor será o resultado. Simultaneamente, uma boa aplicação de um processo BIM depende da consciência do cliente no projeto – quanto maior o conhecimento a cerca do produto final melhor será o resultado.

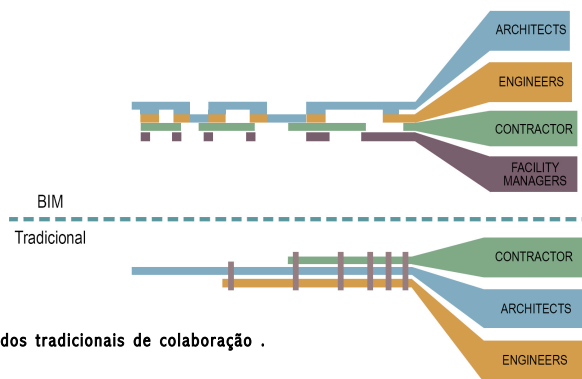
Segundo Holzer no livro *The BIM Manager's handbook* (et al., 2016, p.31) “Se se pretende aplicar o BIM corretamente é necessário pensar no cliente em primeiro lugar”. Holzer, como muitos outros autores de manuais BIM para empresas, acredita que a base de uma correta aplicação do Building Information Modeling provém da capacidade que o cliente tem de perceber melhor o projeto graças à possibilidade de visualização de qualquer característica do produto em todas as suas fases. Um cliente consciente sobre todas as dimensões do projeto terá total segurança quanto ao resultado final, o que por sua vez, irá auxiliar o trabalho do arquiteto na monitorização e na tomada de decisões.

Para além da relação com o cliente, para uma boa prática BIM são necessárias alcançar ou efetuar certas providências ao longo do exercício reconhecendo sempre que esta metodologia de trabalho irá facilitar a qualidade do design, aumentar a eficiência bem como a redução de custos e desperdícios e será possível alcançar, no mínimo, igual rigor e qualidade na documentação que no método até então utilizado (CAD). Cientes destes aspetos e de que o BIM não se restringe ao uso de softwares, especialistas como o Holzer acreditam que é necessário um excelente conhecimento das ferramentas e dimensões do BIM; uma rede integrada e prática de fornecedores – tanto a nível de materiais como bibliotecas para softwares; uma maior simplificação no uso das ferramentas apenas utilizando os parâmetros que precisam de ser avaliados ou estudados para cada caso em estudo; um modelo individual para cada projeto completo com uma geometria tridimensional corretamente atualizada; e por fim, essencial que se definam os parâmetros e níveis de detalhe a que se quer chegar sabendo que cada projeto pode variar o seu LOD.

Ultrapassado o período de adaptação existem alguns parâmetros que facilitam a

verificação da integração total do BIM num ambiente de trabalho de uma firma: primeiramente quando uma percentagem dos projetos da firma estão adaptados ou foram criados segundo o método BIM e respectivas ferramentas; quando os programas utilizados são softwares BIM; quando a equipa de arquitetos já é autossuficiente sem necessidade de auxílio externo (gestores BIM ou especialistas BIM); quando o auxílio e cooperação entre colegas torna-se mais relevante que o exercício individual; quando as bibliotecas estão pré-definidas bem como os níveis de detalhe; quando a equipa de trabalho sabe produzir um plano de execução BIM; e finalmente quando é possível a qualquer interveniente produzir ou fabricar diretamente do modelo.

Porém, uma boa adaptação à metodologia pode se tornar de certa forma falível na medida que existem algumas dificuldades passíveis de acontecer neste período. Quando existe um foco excessivo em documentar a informação de forma bidimensional eventualmente irão ocorrer alguns problemas relativamente à informação, dado que cada especialidade estará focada apenas na representação e não na documentação em si – ausência de integração de dados/ informação; ao não existir uma predefinição dos LODs o resultado poderá ser um modelo com excesso de informação, o que expõe um problema de insuficiência na comunicação entre os intervenientes e que por sua vez origina um sobre-carregamento do ficheiro.



**Figura 43 | BIM vs Métodos tradicionais de colaboração .**  
Esquema de comparação

O Building Information Modeling é uma ferramenta de escolha e análise. Para um excelente exercício da metodologia as competências anteriormente apresentadas, uma boa representação espacial e um modelo clashfree não garantem um bom resultado. O BIM não é uma solução nem um gerador, é um método onde o saber do arquiteto é de primordial importância, desta forma um arquiteto que entenda da sua mestria, da construção e dos serviços que quer proporcionar saberá trabalhar a qualquer nível de detalhe de onde resultará um projeto sólido.

## Os especialistas BIM

Os projetos Aldar Headquarters e Barangaroo Headland Park são exemplos de que uma boa prática BIM ou uma boa aplicação da metodologia não são processos automáticos ou naturais. A adesão ao BIM por parte de um gabinete ou de uma empresa requer a contratação de um especialista, principalmente nos momentos iniciais onde são predefinidas metas e instruídos todos os trabalhadores. Empresas como a BIMAGE e a ConcepsysBIM compreenderam a necessidade de instrutores nesta área na educação das empresas, cientes de que os serviços que iriam prestar não eram de carácter obrigatório mas necessário para as mesmas.

Estes consultores – Gestores BIM – são contratados com base num plano pré-definido, aprovado no início do serviço, onde serão avaliados vários níveis de desempenho segundo indicadores de performance chave (KPIs) que irão demonstrar quais os pontos fortes e as fraquezas atualizadas gradualmente da implementação. Os KPIs são medidores de performance, com fins de otimizar a adoção do BIM, subdivididos sequencialmente em 7 categorias: indicadores Input (I), indicadores de Organização (II), indicadores de Processo (III), indicadores de Projeto (IV), indicadores da Organização/ Firma (V), indicadores BIM (VI) e indicadores Output (VII) (SARKAR, RAGHAVENDRA e RUPARELIA, 2015).

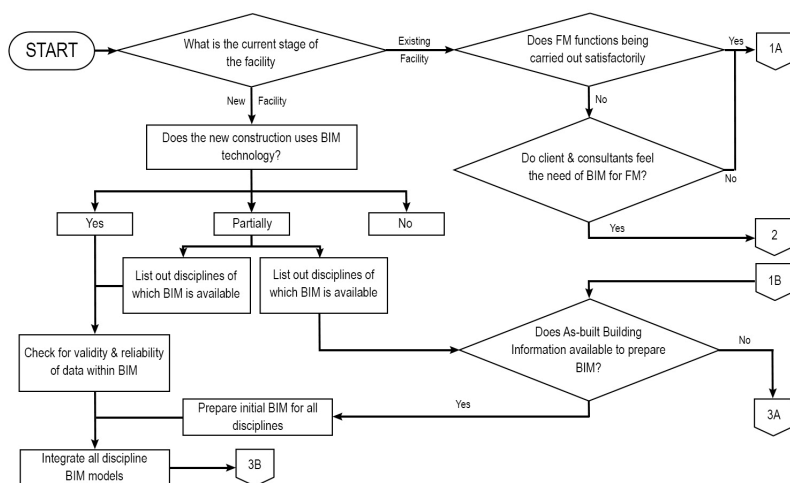


Figura 44 | Processo de relação entre o consultor e o cliente do uso do BIM num gabinete . Diagrama

As funções de um gestor BIM organizam-se segundo 9 fases de intervenção todas elas aplicadas segundo a administração dos profissionais da empresa que consultou os serviços: plano de execução (I), direitos de acesso (II), unidades pré-requisito (III), análise periódica (IV), organização do modelo de trabalho (V), gestão dos ficheiros (VI), revisão dos ficheiros (VII), análise conclusiva (VIII), anexo (IX).

(I) Plano de Execução: esta primeira fase de intervenção de um gestor BIM numa empresa garante um acordo entre ambas as partes intervenientes (consultor – gabinete). Aqui é estabelecido e acordado um plano de execução que abrange todas as responsabilidades, detalhes, procedimentos e funções a serem realizadas pelos acordantes.

(II) Direitos de Acesso: com o fim de zelar pela privacidade e autoria dos trabalhos do gabinete são alterados, criados e apagados os direitos de acesso, escolhidos pelos donos do gabinete, para cada usuário. Esta medida assegura que não ocorram perdas de dados em nenhuma fase durante ou pós intervenção.

(III) Unidades Pré-requisito: considerada como uma das fases mais importantes para evitar erros de produção, neste ponto são definidos o ponto de origem dos modelos, o nome standart para todos os modelos, os sistemas de coordenadas, tipos de letra e tamanho, unidades de medida e todos os componentes ligados às burocracias unitárias de representação.

(IV) Análise Periódica: os gestores BIM são responsáveis por realizar uma avaliação de tempo a tempo de forma a facilitar a coordenação e a melhorar a performance do atelier. No fim da avaliação sazonal são emitidos relatórios e análises de intervenção para superar os pontos menos positivos.

(V) Organização do Modelo de Trabalho: geralmente pela metade do ciclo de intervenção existe um controlo por parte do gestor pelos parâmetros definidos nos Direitos de Acesso. São proporcionadas soluções para o armazenamento dos modelos, revistas as nomenclaturas e direitos dos usuários.

(VI) Gestão dos Ficheiros: nesta fase são efetuadas medidas para prevenir problemas de interoperabilidade como coordenar os requisitos necessários de licenças, formatos, software e validar os arquivos segundo os protocolos definidos no plano de execução. Para assegurar que não exista qualquer perda de informação, é efetuada uma cópia de segurança de cada modelo.

(VII) Revisão dos Ficheiros: para além da revisão dos modelos parte do trabalho do consultor é atestar pela segurança dos mesmos. Assim, o profissional contratado é responsável por realizar backups regulares, bem como estipular um protocolo de garantia onde serão estabelecidos e aplicados medidas de prevenção contra vírus, ficheiros corrompidos e mau uso de dados por parte dos usuários.

(VIII) Análise Conclusiva: são realizados relatórios e procedimentos de rotina para assegurar o funcionamento eficaz da metodologia num gabinete já enquadrado no BIM. Caso a intervenção por parte do consultor não tenha sido suficiente para que a metodologia se torne numa norma de procedimento e a firma decida contratar um novo gestor são estabelecidos mecanismos de encriptação de dados para que não sejam criados erros nos modelos corretamente realizados até à chegada do próximo instrutor.

(IX) Anexo: mesmo que não haja necessidade de um novo consultor são transferidas, neste ponto, todas as informações necessárias à continuidade do trabalho.





# 03 | MODELO DE CURSO

*"If we can see the future we want, we can shape it as well. To do so, we must test the limits of knowledge, and this is the role of universities, supported by the practices of teachers, students and researchers."*

- "Se conseguimos ver o futuro que queremos, nós conseguimos molda-lo também. Para faze-lo temos de testar os limites do conhecimento, e este é o papel das universidades, suportado pelas práticas dos professores, alunos e investigadores. "

(OLIVEIRA, 2018, p.4)

## 03 | MODELO DE CURSO

### 3.1. Síntese

#### 3.1.1. Relação do BIM com o currículo da FA

##### O Papel do BIM

O objetivo da dissertação é dar a entender a relevância da ferramenta do Building Information Modeling, bem como o papel dominante que a metodologia já compreende nos gabinetes de arquitetura mundiais. Se existem empresas que prestam serviços de auxílio na implementação na dimensão profissional, a proposta é enriquecer os alunos do curso de arquitetura segundo a nova metodologia, para que futuramente os mesmo possam exercer as tarefas que são exigidas de forma eficiente e capaz segundo os novos métodos que o mercado de trabalho pretende.

Os softwares BIM já são utilizados numa dimensão profissional e em alguns cursos de arquitetura de forma regular, no entanto, a presente dissertação pretende demonstrar que um domínio de um software BIM (seja ele qual for) não representa o potencial que se pode retirar da ferramenta. Sendo que uma total compreensão de um software não reflete, ou não é sinónimo, de um bom resultado arquitetónico.

Sendo o ensino superior o catalisador para a dimensão profissional o mesmo deveria ter incorporado ferramentas que respondessem às mais recentes necessidades da profissão. Se o BIM é um paradigma que já tem data de chegada então existe uma necessidade de incorporá-lo no ensino da Arquitetura. Aprender sobre a Arquitetura e todas as dimensões da mesma já era possível antes dos mecanismos CAD ou até antes do reconhecimento da profissão, no entanto, se o mercado de trabalho responde às necessidades culturais e sociais da Arquitetura atuais, então também o curso deveria elucidar os futuros arquitetos segundo os mais recentes paradigmas da profissão. Desta forma, incorporar o BIM num currículo tão vasto e rico como já é o do curso do Mestrado Integrado em Arquitetura resultaria num acréscimo de valor ao mesmo bem como às competências dos discentes - potenciando o ensino da faculdade segundo um carácter de inovação.

## O Valor da Inovação

Os cursos de Mestrado Integrado em Arquitetura são instruídos segundo um exercício integrado entre teoria e prática, onde o valor atribuído à unidade curricular de Projeto deriva da reunião de todas as outras UC's num exercício semestral. Assim sendo, esta prática integrada associada aos Laboratórios de Projeto poderia ser intensificada se aplicada uma metodologia BIM, dado o seu valor enquanto estratégia de simulação digital, de informação associada quanto às relações da construção, ciclos de vida, colaboração de metodologias e design de informação. Como foi abordado anteriormente, se não existir um domínio das componentes da Arquitetura, será errada a aplicação do BIM, logo desta forma intensifica-se o papel do BIM enquanto carácter diferenciador para a verificação das dimensões lecionadas nos cursos de M.I.Arq. Assim, todas as unidades curriculares poderiam ser potenciadas na medida que os conhecimentos lecionados conseguiriam ser testados a partir da metodologia BIM.

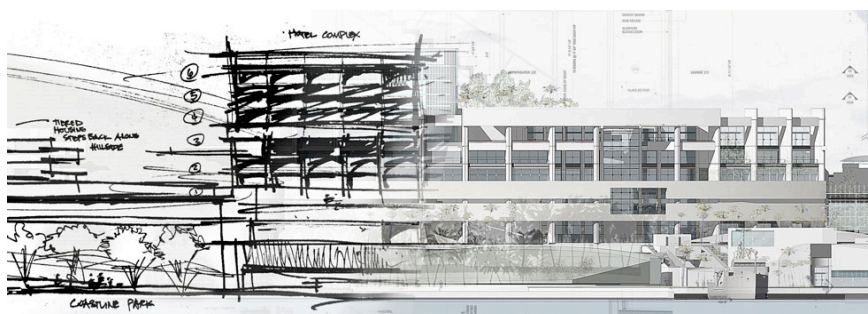
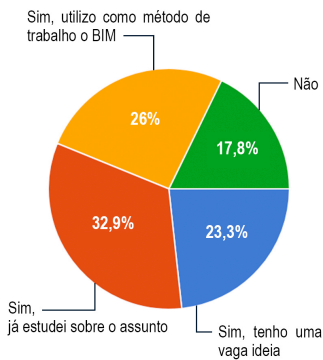


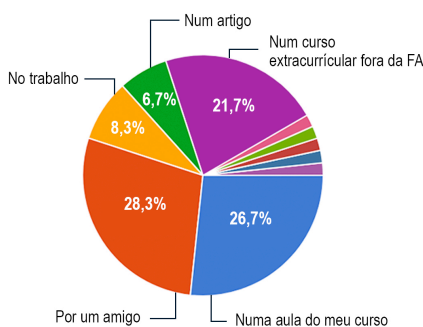
Figura 45 | Complexo Hoteleiro . Ilustração

Para elucidar a cerca da compreensão genérica dos alunos nesta temática realizou-se um inquérito, de carácter anónimo, a um grupo de alunos da FAUL dos cursos Mestrado Integrado em Arquitetura com especialização em Arquitetura (78,1% dos inquiridos) e com especialização em Urbanismo (21,9% dos inquiridos). Os inquiridos tinham idades compreendidas entre os 18 e os 48, desde o 1º ano ao 5º ano de curso, dividindo-se estes entre 72,6% de género feminino e 27,4% do género masculino [Ver Anexo H].

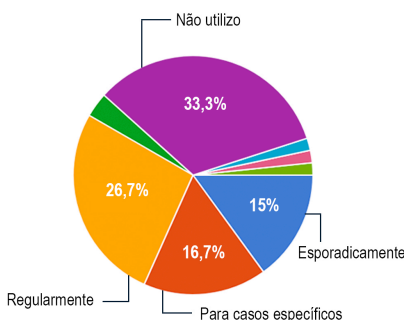
À pergunta “Sabes o que é o Building Information Modeling (BIM)?” 82,2% dos inquiridos respondeu de forma positiva onde 32,9% respondeu “Sim, já estudei sobre o assunto.”; 23,3% “Sim, tenho uma vaga ideia”; e por fim 26% “Sim, utilizo como método de trabalho”. Duas conclusões relevantes a retirar desta pergunta centram-se no aspeto de que a amostra de alunos que já sabe do BIM (82,2%) é bastante



**Figura 46 | “Sabes o que é o Building Information Modeling?” . Diagrama**



**Figura 47 | “Como soubeste do BIM?” . Diagrama**



**Figura 48 | “Com que frequência utilizas softwares BIM?” . Diagrama**

significativa comparativamente com a que não tem conhecimento (17,8%); bem como 31,6% dos alunos da mesma amostra já utilizam o BIM enquanto método de trabalho (software). Logicamente, o inquérito teve seguimento segundo apenas as respostas positivas para compreender de que forma teriam tido os alunos conhecimento do Building Information Modeling.

Quando se inquiriu “Como soubeste do BIM?” 28,3% indica que teve conhecimento do BIM por um amigo; 21,7% soube por uma aula do curso de Arquitetura; ainda outras percentagens mais significativas 8,3% teve contacto com o BIM no trabalho e 6,7% por um artigo. Os resultados à pergunta demonstram que os alunos que participaram no estudo tiveram acesso à informação das mais variadas maneiras, incluindo uma aula (exclusivamente) no curso que atualmente frequentam; porém quando confrontados com a questão “Com que frequência utilizas softwares BIM?”, as respostas mais assinaladas foram “Não utilizo” (33,3%); “Regularmente” (26,7%); “Para casos específicos” (16,7%); “Esporadicamente” (15%). Este conjunto de respostas demonstra que mesmo sem uma formação intensiva à metodologia ou regular por parte da faculdade, já existe um esforço por parte dos alunos dos cursos em utilizar e recorrer aos softwares BIM, mesmo que de forma esporádica. Por sua vez, aqueles que não o utilizam podem fazê-lo pelas mais diversas razões, sendo uma delas provavelmente a falta de compreensão total da ferramenta e das suas potencialidades focando-se apenas no uso do software.

O estudo realizado pretende demonstrar que o BIM já faz parte do léxico dos alunos da FA, sendo maioritariamente influenciado por fatores externos à faculdade. Sabendo que já existe um prazo para a adoção do BIM nas obras públicas para os países da União Europeia; que existem consultoras, fabricantes e gestores BIM portugueses; e ainda uma consciência e autonomia profissional portuguesa nesta metodologia; integrar o Building Information Modeling no ensino da Arquitetura de forma integral – para além de uma unidade curricular – é um factor inovador e de destaque. Ao ser articulado com a metodologia atual, a FA estará a oferecer aos alunos o domínio do BIM através do ensino da profissão; nunca esquecendo que inovação não implica digitalização ou computação, mas que estas novas ferramentas reforçam o exercício da prática através de simulações da teoria.

Por sua vez novas ferramentas de trabalho, uma vez dominadas, possibilitam novas ideias. Assim, o BIM enquanto estratégia de simulação digital prepara os alunos para os novos desafios do mercado de trabalho nacional e internacional.

### 3.1.2. Abordagens ao BIM

Presentemente existem cursos extracurriculares nas faculdades (ligadas à indústria da AEC) ou por entidades externas às instituições de ensino (a título ilustrativo a Graphisoft) que introduzem os alunos nas dimensões do BIM, seja a lecionarem quanto ao uso de um software ou na instrução das profissões de gestor BIM ou especialista BIM. Atualmente, os cursos de Arquitetura representam uma pequena percentagem nas fontes de procura do mercado por profissionais experientes na utilização BIM; o que implica que o poder para resolver a problemática da contratação de arquitetos BIM passa por um processo a médio/ longo prazo em que as faculdades auxiliarão com graduações e pós-graduações focadas na metodologia BIM.

As faculdades que presentemente lecionam esta estratégia focam-se num ensino por ligação entre a academia e a indústria da arquitetura para que a formação origine arquitetos BIM e não gestores ou especialistas BIM. Assim sendo, a faculdade é uma fonte de educação superior e não um treino à metodologia onde um curso de Arquitetura embebido em BIM implica um procedimento de interação entre alunos e professores, um aumento à complexidade da informação, da criatividade, da profundidade de análise e ainda, conseqüentemente, um aumento na aprendizagem pelo corpo discente (OLIVEIRA, 2018).

*“The teaching of architecture (...) will have to be altered so that it allows to the students an integrated experience of knowledge competing for common pedagogical objectives, transversal to the different disciplinary areas and based on the resolution of real challenges posed by society” - “O ensino da arquitetura (...) terá de ser alterado de modo a que este permita uma experiência integrada de conhecimento, competindo por objetivos pedagógicos comuns, transversais às diferentes áreas disciplinares e baseado na resolução de desafios reais propostos pela sociedade.”*

Francisco Oliveira, 2018, p.1

Importante lembrar que uma adaptação ao BIM não é semelhante ou igual à passagem do papel para o CAD. Quando é mencionado invariavelmente que o BIM não se aplica apenas ao uso de um software, um dos aspetos a ter em consideração é exatamente na dinâmica de implementação. O CAD, não descartando o seu devido valor e importância, é uma ferramenta que se assemelhava ao procedimento anterior – uma

forma de representação bidimensional das componentes projetuais, no entanto, exigiu um processo de adaptação rigoroso e diferente até à data, onde as faculdades surtiram um papel essencial na instrução dos futuros arquitetos (KOCATURK e KIVINIEMI, 2013). Quando em paralelo com a mudança para o BIM, existem várias modificações a todos os níveis e não só no domínio de software ou hardware, e que consequentemente necessitará do apoio das instituições de ensino superior no domínio da ferramenta (*Plano por III Fases*) onde adicionar conteúdos às unidades curriculares não é suficiente.

BÉLGICA	BRASIL	HUNGRIA	NORUEGA
Várias universidades adoptaram o BIM no sistema de ensino (enquanto processo, ferramentas, tecnologia e conceitos).	Poucas universidades participam ativamente numa educação BIM. Porém, existe um vasto ramo ligado à pesquisa de métodos de ensino BIM.	Quase todas as faculdades oferecem uma educação BIM. O BIM é trans-disciplinar e com sistema de colaboração multinacional. Já existe um projeto de desenvolvimento para bibliotecas BIM para o ensino.	Algumas faculdades já utilizam o BIM como método de ensino. O projeto BuildingSMART proporciona às faculdades programas educacionais BIM e certificações BIM.

Figura 49 | Posicionamento do BIM no ensino superior (AEC) . Tabela

De forma a demonstrar o posicionamento de outras faculdades nesta temática realizou-se um inquérito, de carácter anónimo, a um conjunto de alunos da FAUL que realizaram um regime de mobilidade dos cursos Mestrado Integrado em Arquitetura com especialização em Arquitetura (87,5% dos inquiridos), com especialização em Urbanismo (4,2% dos inquiridos) e com especialização em Interiores e Reabilitação do Edificado (8,3% dos inquiridos) para faculdades parceiras. Os inquiridos tinham idades compreendidas entre os 21 e os 26, dividindo-se entre 75% de género feminino e 25% do género masculino [Ver Anexo I].

Face a pergunta “Quais softwares/ programas que tiveste contacto e/ou descobriste em Erasmus?” 54,8% das respostas são dedicadas a dois dos softwares mais conhecidos na indústria da arquitetura como softwares BIM (27,4% ArchiCAD e 27,4% Revit); e 21,2% das respostas são para dois softwares de modelação tridimensional (Rhino 15,2% e 3DMax 6%). Estes resultados demonstram que grande parte dos alunos em regime de mobilidade nas faculdades parceiras da FAUL têm contacto comum com softwares BIM, porém tomar conhecimento a cerca de um programa não implica que a utilização desse software seja constante.

Para tal, o inquérito prosseguiu de forma a tentar compreender se a utilização destes programas era regular por parte dos colegas da faculdade estrangeira – “Quais os softwares que os teus colegas utilizavam regularmente (na faculdade que estiveste)?” – à qual novamente os softwares mais mencionados foram os softwares BIM com 36,8% (ArchiCAD e Revit) seguidos dos programas Rhino com 19,5%, AutoCAD com 19,5% e 3DMax com 7,3%. Os dados estatísticos apresentados confirmam que existe uma propensão para a utilização de softwares BIM por parte das faculdades estudadas na amostra, no entanto, para concluir se de facto existe uma abordagem à metodologia, para além do uso de certos programas, é necessário realizar-se uma apreciação de carácter particular, isto é, analisar caso a caso.

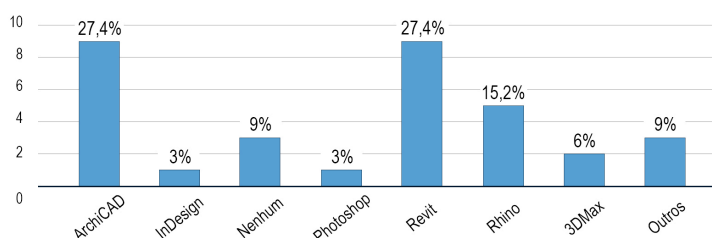


Figura 50 | “Quais softwares/ programas tiveste contacto e /ou descobriste em Erasmus?”. Gráfico

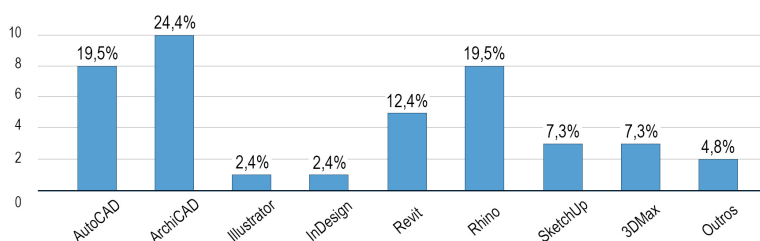


Figura 51 | “Quais softwares que os teus colegas utilizavam regularmente?”. Gráfico

Se organizadas as faculdades mencionadas na amostra por países – Áustria, Argentina, Bélgica, Brasil, Eslovénia, Espanha, Hungria, Itália, México, Noruega, República Chega e Suécia – é possível deduzir que as respostas às perguntas anteriormente citadas (que afirmam a utilização de programas BIM por parte dos discentes) se comparadas com a figura 49 pelo menos 29% dos inquiridos teve contacto com uma tipologia BIM de ensino do curso de arquitetura, o que implica que os alunos que fizeram o regime de mobilidade segundo as informações da tabela tiveram um contacto com a metodologia.

Os alunos que realizaram mobilidade para Espanha ou Itália também afirmaram que os colegas de arquitetura recorriam como softwares de trabalho aos programas ArchiCAD e Revit o que pode refletir uma medida das instituições para dar seguimento às normas e prazos impostos pelos respetivos governos (integração do BIM nos

projetos das indústrias da AEC entre 2020 a 2022).

O propósito deste estudo é demonstrar que mesmo que de forma parcial ou subjetiva os alunos da FAUL, quando em regime de mobilidade, são expostos a competências BIM e quer adoptem os softwares ou não, o contacto estabelecido com a instituição é definido com as características de “Inovação e Tecnologia” (62,5%), “Cooperação entre as disciplinas” (66,7%) e “Partilha de Conhecimento” (45,8%).

O posicionamento nacional e internacional é um ponto relevante para qualquer integrante de uma instituição seja ela académica ou profissional. Desta forma, a FAUL enquanto instituição de renome no ensino da Arquitetura pode restabelecer-se como pioneira na integração das novas exigências do mercado, fornecendo aos seus alunos distinção no enquadramento dos mais recentes paradigmas da profissão e aos alunos de mobilidade estrangeiros uma experiência de excelência segundo o mesmo enquadramento.

### 3.1.3. Uma experiência *Mission BIMPossible*

Recentemente, um grupo de arquitetos pertencentes ao Centro de investigação em Arquitetura, Urbanismo e Design da FAUL entraram em contacto com um software BIM pela primeira vez como ferramenta de trabalho. A experiência realizada pelos investigadores do CIAUD, entre eles os recém mestres Joana Cardão Rodrigues e Francisco Dias, assemelhasse ao resultado de uma abordagem à fase III – *Mission BIMPossible* do modelo *Plano por III Fases*. Como ex-alunos da FAUL, cada um com uma proposta final de mestrado de excelência e sem qualquer prática numa área BIM, os arquitetos Joana e Francisco concordaram em responder a algumas perguntas a fim de esclarecer como tem sido a experiência até à data da entrevista com o software ArchiCAD.

O projeto de intervenção de carácter habitacional segundo uma área afetada pelos incêndios de Outubro de 2017, na região Centro do Portugal, acrescia de uma urgência pelo próprio contexto em si, o que levou à interferência por parte do professor arquiteto Francisco Oliveira na introdução do software BIM como ferramenta de trabalho. No período de três dias os arquitetos foram instruídos a cerca das bases do ArchiCAD, principalmente na utilização da Nuvem de Pontos; onde a partir do fim deste intervalo deveriam continuar o trabalho por si e em equipa. O recurso à nuvem de

pontos permite levantamentos mais rápidos, mais eficientes e, graças à mais recente tecnologia de laser com scanner 3D, mais corretos. Um instrumento 100% preciso, que na opinião dos dois arquitetos foi a maior mais valia que o ArchiCAD lhes proporcionou até ao momento.

Apesar de se distanciar em muitos aspetos da *Fase III* proposta pelas entidades do Reino Unido, esta experiência por um determinado tempo com uma dimensão do BIM permitiu criar a curiosidade neste grupo de recém formados arquitetos bem como dar a conhecer uma parte deste novo paradigma do exercício da arquitetura. Estes entenderam a importância do software e algumas das potencialidades que o mesmo oferece; chegando até a afirmar que a integração de um programa BIM no ensino dos cursos de arquitetura na FAUL era bastante benéfico para os alunos, futuros arquitetos.

Quando questionados a cerca da importância da utilização do programa na arquitetura estes não consideram ser uma ferramenta imprescindível apenas importante dado que os métodos utilizados até presentemente eram suficientes para produzir um objeto arquitetónico. No entanto, os alunos admitiram que não têm um conhecimento a 100% do software, muito menos tiveram contacto com uma metodologia BIM. Desta forma a apreciação global consiste que quanto à utilização de um software BIM convém existir um domínio total da ferramenta para que a sua aplicação seja eficiente, no entanto, é de opinião comum que seria importante aplica-lo no ensino dos cursos de arquitetura da FAUL.

Um aspeto importante a retirar desta experiência é que ambos os arquitetos reconhecem a importância do BIM apenas pelo contacto que tiveram com o software (uma pequena parte do Building Information Modeling): devido à integração de um modelo 3D complexo, eficiência métrica e pela capacidade de todas os constituintes do projeto como plantas, cortes, alçados, pormenores construtivos, mapas de vãos, entre outros serem automaticamente atualizados. Adjacentemente a primeira abordagem, onde foram ensinadas as bases do software, estabeleceu-se num curto intervalo de tempo suficiente para os arquitetos instituírem um conhecimento genérico e que rapidamente foi desenvolvido devido à facilidade do uso do software bem como aos conhecimentos que possuem a cerca da sua ciência (Arquitetura).

## 3.2. Avaliação

### 3.2.1. As estratégias e benefícios

#### Retrospectiva BIM

Se o ensino da arquitetura é determinado segundo uma dimensão teórica/prática implica que existe uma maior consciencialização através do empirismo. Por sua vez, se não existe uma dimensão de estágio oferecida pelo curso acarreta que a aproximação do mesmo com a realidade da profissão deverá ser a mais fidedigna possível. A incorporação do BIM no ensino para além de incutir os alunos na metodologia presente nas dimensões profissionais da AEC, promove também a que esta ponte entre a doutrina e a aplicação seja mais eficaz e possível de se compreender numa dimensão educacional, preparando os alunos de forma ainda mais completa para os assuntos e dimensões que irão encarar como futuros arquitetos.

Existem aspetos do BIM que preparam os alunos para uma das principais dinâmicas da profissão: o ato de projetar e construir um objeto parte pela consciência de que o mesmo não é um sistema inanimado, mas sim onde todas as suas vertentes são relevantes ao longo do decorrer do seu ciclo de vida. Assim, segundo particularidades de uma metodologia BIM, os alunos compreendem de forma mais interativa e completa o que estão a projetar, conhecendo na totalidade quais as consequências e benefícios das suas escolhas. As metodologias utilizadas até à data no ensino promovem a realização de renders e manipulação de imagens e documentos de forma a oferecer uma visualização do exercício pretendido o mais direta possível. Hoje em dia é passível que o aluno demonstre e compreenda o seu objeto arquitetónico, conjuntamente aos métodos mais diretos como desenho/esquiço, desenhos técnicos e renders, à medida de todo o processo de conceção através das mais variadas formas de visualização – as designadas Tecnologias de Design de Informação.

As Tecnologias de Design de Informação são as anteriormente mencionadas *Dimensões BIM* que enriquecem o processo de conceção do objeto ao demonstrarem realidades do mesmo não só em formato de imagem mas com um apoio de dados estatísticos. Apesar de previamente à metodologia BIM existirem outros processos que verificassem os mesmo dados, com a incorporação do BIM é possível existir um contacto constante e atualizado de qualquer aspeto que provavelmente não existiria tempo ou método para aplicar a qualquer momento no ato de projeção.

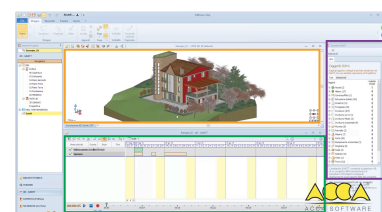
## Dimensões ao pormenor

Para além do fotorrealismo, um processo de decisão com apoio às dimensões do BIM implica a ilustração de todos os processos da construção por sequências de imagens ou vídeos auxiliados por tabelas e gráficos. Assim a mais valia das TDI são o facto de com um recurso visual mais detalhado permitir ao aluno obter uma resposta e estímulo informativo quanto ao conteúdo que está a ser lecionado. Apesar de já terem sido mencionadas anteriormente, para esclarecer como podem ser utilizadas estas dimensões é necessário fazer uma aproximação detalhada a cada conteúdo individualmente.

*4D Scheduling (Planeamento/ Agendamento)* – Nesta dimensão é adicionada, aos elementos que compõem o objeto da modelação 3D, informação associada ao factor tempo, isto é, é acrescentada informação de carácter de administração e logística ao projeto sobre o formato de planeamento de dados. Este tipo de informação contém qualquer conteúdo a cerca da instalação, construção, simulação, otimização sempre ajustada segundo o fator tempo: tempo necessário para se tornar operacional, as dependências temporais de cada aspeto do projeto, a logística associada aos equipamentos temporários de construção como guindastes, andaimes, entre outros.

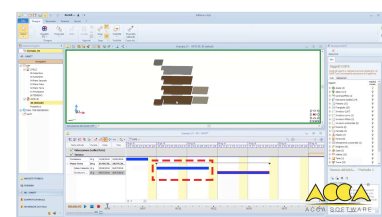
Como as TDI são integrantes de uma metodologia de partilha de informação constante e atualizada, é possível nesta dimensão 4D realizarem-se programas para cada projeto. Segundo uma seqüência de trabalho de trocas de informação onde o modelo tridimensional contém um LOD de 300-400 e em que já existe uma lógica de produto, requisitos funcionais e informação paramétrica, é criado um gráfico Gantt comum e “animado” através de ferramentas de sequenciamento como pluggins aos softwares em utilização (ferramentas de coordenação autónomas de BIM).

Para um aluno do curso de arquitetura o aspeto talvez mais importante desta dimensão é capacidade que este adquire de se questionar, compreender e otimizar o processo construtivo. Ao utilizar esta ferramenta segundo aquilo que projeta ou que estuda irá estabelecer contacto com aspetos relacionados com a tectónica das construções: os sistemas construtivos, logísticas, comportamentos e sequencias da construção. Adicionalmente o aluno constrói este próprio gráfico conjuntamente com a ferramenta, isto é, os conhecimentos que o discente obtém nas aulas teóricas, relacionadas com a dinâmica da física das construções bem como com a edificação das construções, são testados quando utiliza esta dimensão precisamente porque neste



- Painel de Visualização de Imagem;
- Painel de Controlo dos Elementos por famílias;
- Painel de Sequência Temporal.

Figura 52| 4D painel geral – Exercício com gráfico de Gantt . Fotografia



- Intervalo de Tempo individual

Figura 53| 4D painel linha temporal – Exercício com gráfico de Gantt . Fotografia

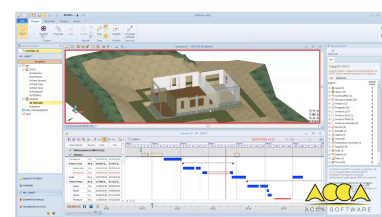


Figura 54| 4D painel evolutivo – Exercício com gráfico de Gantt . Fotografia

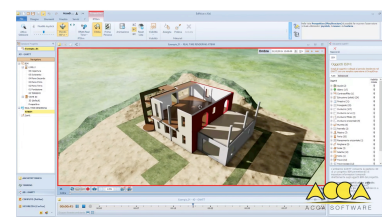


Figura 55| 4D animação – Exercício com gráfico de Gantt . Fotografia

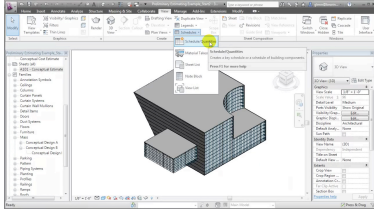


Figura 56| 5D painel geral – Exercício com Revit . Fotografia

tipo de exercício é preciso que todos os constituintes (conforme o nível de conhecimentos do aluno e o que este pretende compreender) estejam representados no modelo de acordo com as respectivas famílias: fundações, acabamentos, entre outros. O programa irá responder com uma solução possível temporal e o aluno poderá manter-se com o estudo proposto ou questionar e alterar a logística de forma a compreender como as suas escolhas alteram tanto o funcionamento como a eficiência do projeto a partir dos elementos construtivos.

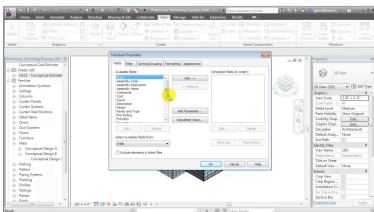


Figura 57| 5D painel de objetos de estudo – Exercício com Revit . Fotografia

*5D Estimating (Análise de custos/gastos)* – Adicionalmente às informações registadas pelas dimensões 3D e 4D, nesta dimensão, podem ser obtidas quaisquer informações relativas aos custos do projeto. Seja de forma genérica ou a partir de objetos reais (graças às bibliotecas dos fornecedores), a utilização de ferramentas ligadas a esta dimensão promovem a estimativa de qualquer custo associado à construção, isto é, numa dimensão 5D são exportados requerimentos detalhados de materiais segundo um conjunto de propriedades de qualquer componente incluindo objetos não geométricos e subcomponentes.

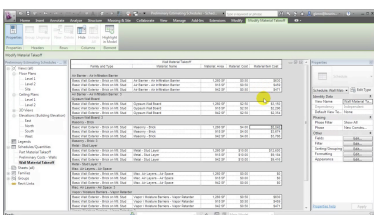


Figura 58| 5D Tabela Standart – Exercício com Revit . Fotografia

Segundo um modelo tridimensional de LOD 300 ou 400 é possível extrair três tipos de categorias de informação denominadas de quantidades: componentes visíveis imediatos (Quantidade I); componentes invisíveis ou subentendidos (constituintes ligados à logística de tubagens, ar condicionados, bem como alguns pormenores construtivos) (Quantidade II); componentes não modelares (trabalho temporário ou de uso temporário) (Quantidade III). Desta forma, a estimativa de custos engloba toda e qualquer informação associada às quantias monetárias da construção: custos de capital (custo da compra e instalação do documento), custos de renovação e/ou manutenção/substituição, custos temporários (ligados ao aluguer de equipamento) e ainda custos de funcionamento.

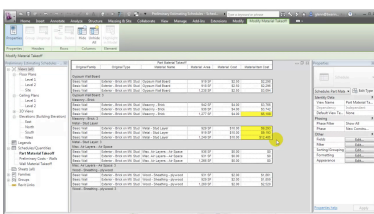


Figura 59| 5D Tabela com alterações propostas – Exercício com Revit . Fotografia

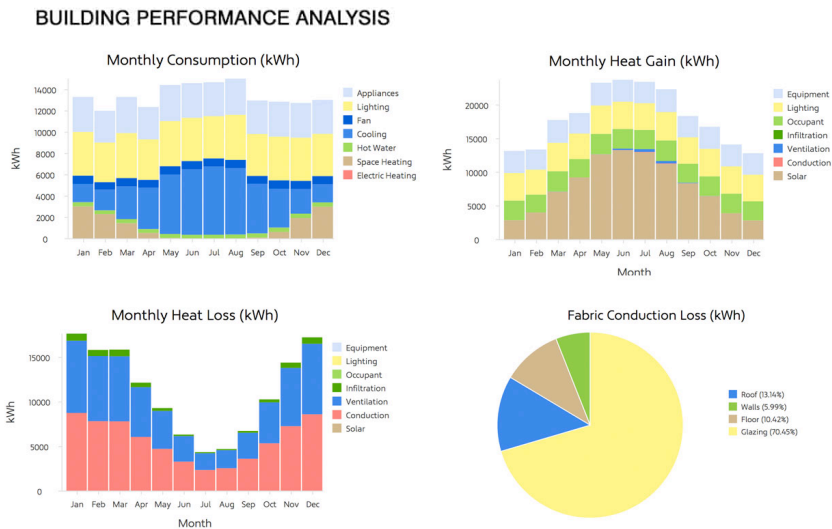
Estas quantidades são desenvolvidas de forma automáticas proporcionando a qualquer momento e de forma atualizada uma análise de dados de estimativa de custos mais rápida, correta e eficiente. Através de versões do ArchiCAD ou Revit ou de programas independentes como o CostX estas estimativas são lançadas em tabelas standart com o conjunto de propriedades de cada ou elemento ou do comportamento entre si, proporcionando uma maior liberdade para aprimorar o design, a eficiência, a performance através dos custos. O pormenor destas tabelas depende do estudo a que o utilizador se quer propor podendo ser do edifício na sua generalidade ou de apenas um elemento por si só.

Para além de poder testar alguns conceitos lecionados nas matérias ligadas à economia de projeto, a dimensão 5D permite um maior controlo por parte dos alunos na gestão dos recursos e escolhas a que recorre na projeção de um objeto arquitetónico. Ao ter completa noção de todos os custos associados a um material, ou elemento e/ou até sistema construtivo o aluno aprenderá a dominar a sua arte na medida que terá de responder ao desafio que lhe é proposto pelo seu conceito mas conforme os recursos que disponibiliza. Adicionalmente, muitas vezes em caso de Clash Detection, as soluções propostas pelo Clash Avoidance fazem com que o aluno se depare sobre uma resposta que pode não responder ao orçamento ao qual se propôs; ou pode ser uma solução menos dispendiosa mas à qual o aluno rejeita ou repensa, na medida que a sua estimativa de custos permite a que envergue por uma solução mais dispendiosa. Por fim, numa proposta hipotética, um dos desafios colocados aos alunos na UC de Projeto do semestre onde se leciona a disciplina associadas à economia de projeto, seria interessante propor um orçamento aos alunos como desafio adicional a responder no desenvolvimento do projeto bem como na apresentação final.

*6D Sustainability (Sustentabilidade)* – Ao longo de variados anos de desenvolvimento do BIM, a dimensão 6D e 7D (Manutenção) eram consideradas apenas uma dimensão que se assegurava de toda a informação ligada ao ciclo de vida de um edifício. Ainda existem vários autores que consideram a sua simbiose como última dimensão do BIM, no entanto, quando em utilização de ferramentas que oferecem os resultados aos estudos que ambas as dimensões podem proporcionar os resultados obtidos divergem segundo estes dois temas: sustentabilidade e manutenção. Desta forma, a presente dissertação foca-se na sugestão de duas dimensões distintas (HOLZER, 2016) em que a 6D é destinada à deteção, verificação, anterior e pós ocupação, de qualquer estimativa quanto ao consumo energético do edifício.

A estratégia implica a compreensão de conceitos como instalações de alto desempenho; o estudo de todas as especificidades energéticas do edifício bem como das respectivas propriedades e características dos materiais - acústica, coeficientes térmicos, ventilação, entre outros; examinar possíveis soluções para a otimização do consumo energético do objeto em estudo; e ainda observar e indagar a cerca de possíveis soluções que correspondam ou tornem de forma mais eficiente o ciclo de vida do edifício desde a sua conceção à sua demolição. Ao associar as anteriores dimensões e a partir de uma biblioteca virtual associada a todos os fatores externos (disposição solar, localização geográfica, orientação dos ventos) e internos da construção

(propriedades dos materiais e respetivos comportamentos) é oferecido pela dimensão 6D uma simulação e relatório energético mais completo e preciso quanto à gestão e operação do objeto arquitetónico obtendo assim resultados mais eficientes na instalação, garantia, manutenção e construção.



**Figura 60 | Análise exemplo da performance energética de um edifício . Excerto de um relatório**

### 3.2.2. Soluções

Para além da metodologia de colaboração e interoperabilidade, rapidez e eficiência na produção e dedução de resultados, mais tempo para concentração nos aspeto conceituais do projeto e redução de erros; as mais valias oferecidas pelo Building Information Modeling são muitas vezes questionadas inicialmente num processo de implementação numa instituição. Essencialmente as dúvidas surgem pela dificuldade que seria em todo um espaço educacional adoptar uma única metodologia de trabalho; onde associada a esta ideia surgem hesitações diversas vezes quanto ao uso de diferentes softwares por parte dos alunos ou dos professores entre si. Dado que o foco do BIM não é a utilização do software e que numa fase de implementação o ensino dos mesmos assume um papel não regulador, a preocupação surge no compromisso da partilha e avaliação dos trabalhos produzidos pelos alunos e da própria cooperação entre eles. A fim de responder a essas questões são apresentadas um conjunto de soluções propostas pelo BIM para estes problemas, reforçando a ideia de que o objetivo será sempre ensinar um método de trabalho apoiado na partilha da informação e na projeção com base no empirismo reforçado pela teoria.

## Partilhar em BIM

A fim de proporcionar uma partilha de informação otimizada existem métodos que auxiliam no processo de troca de dados por parte de qualquer interveniente ou programa. O objetivo: criar uma abordagem universal para o desenho, onde todos os padrões, ferramentas e correntes de trabalho sejam reconhecidas sem qualquer perda de informação. O IFC é um formato de arquivo de qualquer documento BIM, universal e transversal concebido para proporcionar um intercâmbio de modelos sem alteração ou carência de nenhum dado, desta forma, o importante é a presença da informação e não o formato em que foi trabalhada. Existindo em forma de três derivações - .ifc (norma ISO-STEP), .ifcxml (linguagem XML) e .ifczip – este tipo de formato permite a independência de cada docente ou discente na tipologia de software que preferir utilizar, enaltecendo a importância dada ao conteúdo do ficheiro e não ao ficheiro em si, proporcionando maior qualidade na cooperação, redução de erros e de tempo. Quando gravado em formato IFC o documento adquire uma estrutura de linguagem, relatórios, códigos e propriedades (de forma a organizar a informação) próprias deste formato proporcionando a interoperabilidade BIM.

Outro conceito que auxilia na partilha de informação e na cooperação entre os intervenientes do projeto ou de um exercício é o COBie. Construction Operations Building Information Exchange é um formato de organização dos dados não gráficos de um projeto segundo uma tabela de formato Excell. Apesar de o Cobie apresentar uma quantidade de informação limitada às potencialidades do BIM (sendo qualificado como nível de maturidade 2) é uma ferramenta frequentemente utilizada como método eficiente de análise de conteúdos relacionados com os espaços e os equipamentos de um projeto. Estas ideias chave colocadas sobre o formato de uma Spreadsheet pretendem responder a perguntas mais imediatas como quais as divisões e equipamentos de um projeto, como se organizam e respetiva disposição, e quais os procedimentos e custos (em percentagem) associados ao funcionamento e manutenção. Apesar de bastante limitada, a ferramenta COBie possibilita uma troca atualizada de informação genérica para a compreensão de um espaço, o que muitas vezes tinha de ser demonstrado em forma de esquemas tridimensionais ou por desenhos bidimensionais, para o efeito de estudo ou de dar a conhecer rapidamente estas características; com a ferramenta as estimativas são fornecidas no momento da análise ao projetista ou a quem pretende conhecer o projeto na sua generalidade.

Uma solução proposta pelo BIM para associar os diferentes procedimentos de trabalho e os diversos formatos de documentação (incluindo IFC e COBie) é o CDE – Common Data Environment. O CDE é um banco de informação hipotético, a ser associado a um servidor, que alberga documentos, modelos gráficos e informação não gráfica para futura consulta. Como uma enciclopédia base para qualquer método de trabalho, num CDE um aluno poderá encontrar bases pré-feitas por outros alunos, que foram incluídas neste banco de dados por docentes, como modelos para futuros trabalhos. Painéis chave, mapas de vãos tipo, pormenores construtivos exemplo e até formatos de apresentação de propostas finais de mestrado podem ser consultados pelos alunos num CDE de uma instituição. Ainda, no caso das disciplinas de Projeto onde existe uma apresentação final semestral, os requisitos e exigências feitas pelos docentes para esse trabalho poderiam estar evidenciados e exemplificados neste banco de referências.

### BIM Cloud

Perante a adoção do BIM num modelo de ensino outra questão apontada é a escolha de hardware adequado. Isto é, se não existe uma pré-seleção obrigatória quanto a um software a ser utilizado universalmente, os hardwares dos equipamentos técnicos da faculdade bem como dos alunos e professores podem carecer de RAM, ou de RAM suficientemente rápida, o que condiciona o uso de certos softwares bem como compromete a cooperação a tempo real BIM. Para além de possíveis dificuldades relacionadas com o hardware, numa metodologia como a do Building Information Modeling é absoluto que exista uma base de dados comum a todos os colaboradores, no caso de uma instituição educacional, seria enriquecedor existir um servidor comum que armazenasse modelos exemplares ou exercícios exemplo (CDE), e ainda modelos de nuvens de pontos previamente construídos por alunos para futuros alunos.

Numa Era Digital, onde o conceito de serviços Web Based lançados por empresas como a Salesforce, a solução para uma gestão de recursos, de armazenamento e de funcionamento mais eficientes são as Clouds - plataformas digitais de informação que primam pelo armazenamento, colaboração, comunicação e funcionamento a partir de um conceito de network. A BIM Cloud é um serviço web based que responde às necessidades enunciadas. Sendo um servidor e plataforma de armazenamento via web apresenta inúmeras vantagens para uma faculdade que queira

integrar o BIM como método de trabalho. Numa perspetiva geral: é um mecanismo que serve de suporte para auxiliar na comunicação com maior flexibilidade e sem qualquer necessidade a um servidor externo. Ao criar uma biblioteca dentro da BIM Cloud é possível restringir o acesso a quem a instituição aferir, isto é, uma Bim Cloud Privada. Esta Cloud de acesso condicionado irá consistir numa biblioteca universal de acesso restrito mas com possível (ou não) visibilidade externa.

Estas configurações irão permitir uma colaboração potencializada tanto a nível interno da instituição como a nível externo. Para os alunos, uma plataforma onde podem consultar bibliotecas de objetos (fornecidos por empresas como a Roca e a Tekla), trabalhos de excelência realizados por outros alunos e ainda ficheiros selecionados pelos discentes, para além de servir como armazenamento para trabalhos de grupo; a BIM Cloud torna-se numa das opções mais enriquecedoras da metodologia BIM. Para os professores: uma plataforma de armazenamento dos trabalhos e exercícios pedidos aos alunos onde a tempo real os professores poderão acompanhar, aconselhar e até avaliar. Para o reconhecimento da faculdade, uma base de dados de uso restrito para os seus mas com possibilidade de visualização dos seus melhores exemplos de trabalhos de final de curso ou de concursos internos na faculdade que se torna num convite em formato de animação digital às estratégias e conteúdos lecionados, bem como à tipologia de cooperação que oferecem aos alunos.

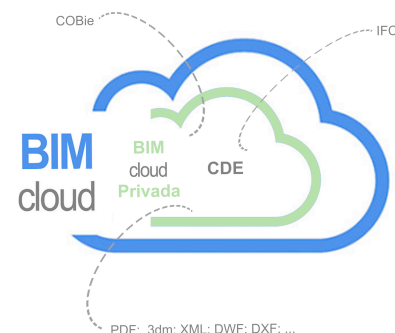


Figura 61 | Conteúdos de uma BIM Cloud . Esquema

### 3.3. Implementação

O *Plano Por III Fases* é talvez um dos melhores guiões a seguir na implementação do BIM na FAUL, dado que os cursos de Mestrado Integrado em Arquitetura são composto por cinco anos de plano de estudos, onde o nível de pormenor, de detalhe da escala e conteúdos vai aumentando e amadurecendo este plano oferece uma transição mais suave, onde os conteúdos do BIM podem ser subdivididos de forma gradual ao longo dos dois ciclos de estudos. Desta forma, a proposta de modelo da dissertação centra-se num ajuste do modelo atual de curso segundo este plano escolhido já por várias faculdades britânicas e americanas tendo em conta a matriz criada por Williams and Lees (2009) e a proposta de intervenção redigida por Oliveira (2018).

A proposta modelo subdivide-se segundo 4 pontos chave que irão assegurar a transição da FAUL de um nível de maturidade BIM para outro mais avançado de forma a alcançar a *Fase de Introduzido* proposta pelo estudo *Building Information Modeling, Teaching Possibilities* (WILLIAMS e LEES, 2009) segundo um guião adaptado do *Plano Por III Fases*. Presentemente a FA apresenta um nível de maturidade entre o Pré-BIM e o nível de Modelação, isto é, o denominado nível 0 implica uma adoção total, por parte de uma entidade, do CAD como ferramenta de trabalho e representação, utilizando o trabalho em papel apenas numa fase de conceção ou criação da ideia; apesar de a faculdade já ter feito esta transição dos métodos tradicionais para os métodos digitais CAD na sua totalidade, os requisitos para se considerar uma instituição com nível 1 BIM não se verificam por inteiro. Como foi demonstrado na *Síntese* existe por parte do corpo estudantil da FA um conhecimento genérico do BIM apenas pela sua dimensão enquanto software, para além de que nem todos os alunos utilizam estes softwares como métodos de trabalho recorrentes. Para alcançar um nível 1 de maturidade é necessário que os discentes utilizem na sua totalidade como método de trabalho softwares BIM, que apesar de não recorrerem a interoperabilidade ou partilha de informação na sua produção, estes já tenham uma proximidade enquanto ferramenta de trabalho na produção dos seus documentos ao longo do curso.

O nível de maturidade 2 – Colaboração é onde as barreiras de adaptação são superadas, o BIM está embebido no ensino e os alunos e professores conseguem retirar as estratégias e as soluções propostas na *Avaliação*. Assim sendo o objetivo do modelo será demonstrar os passos necessários para alcançar este nível na FA.

### 3.3.1. Modelo

#### Fase 0 – Pré-execução

Os casos de estudo apontados na presente tese bem como os estudos de caso apresentam um elemento comum para uma adoção eficaz e correta do BIM desde o início da sua implementação por uma entidade: a contratação de um gestor ou especialista BIM. Um BIM manager irá auxiliar a instituição a não cometer erros no processo de adoção tal como a não criar problemas desnecessários durante toda a transição para o nível de maturidade 2. Esta fase sugere a integração do BIM manager com o corpo docente da FA a fim de estabelecer o plano de intervenção segundo os indicadores de performance (KPIs) e as fases de intervenção do gestor BIM. O plano estabelecido por esta parceria irá distribuir as funções do BIM manager segundo 5 áreas de intervenção: (I) curriculum, (II) estrutura, (III) professores, (IV) infraestrutura, (V) relação entre o curriculum e investigação.

*“It becomes necessary to transform the way of communicating, and the development of new methodologies of interaction between teachers and students” -*  
*“Torna-se necessário transformar a forma de comunicar, e o desenvolvimento de novas metodologias de interação entre professores e alunos.”*

Francisco Oliveira, 2018, p.1

A fase de pré-execução pretende enquadrar as 5 áreas de intervenção segundo o que se irá proceder nas seguintes 3 fases, através de uma intervenção mais subjetiva. Na fase 0 realiza-se uma análise curricular não em termos de conteúdos mas dos objetivos gerais de cada UC de forma a compreender quais as mais valias a retirar do BIM (principalmente as apresentadas na *Avaliação*) para cada disciplina. Desta forma, conjuntamente aos responsáveis por cada área científica, o BIM manager irá analisar os objetivos e competências pedagógicas a adquirir sugeridos por cada agrupamento de maneira a retirar as conclusões necessárias para um posterior plano. Cada coordenador deverá apresentar estes parâmetros numa reunião em acordo com os respetivos colegas de área científica para que os tópicos apresentados sejam coerentes e claros para os intervenientes de cada grupo. Desta forma estabelece-se a primeira abordagem tanto ao *Curriculum* como à *Estrutura* do curso.

Posterior a esta apresentação curricular o BIM manager irá conceber um plano de intervenção ao corpo docente com base em tudo o que lhe foi apresentado. Isto é, ao compreender as necessidades genéricas de cada agrupamento o gestor conceberá um curso intensivo mas dedicado apenas às necessidades de cada agrupamento para que os docentes adquiram competências indispensáveis ao funcionamento do BIM. Esta experiência de enriquecimento à metodologia é um processo com dois resultados: para além de uma compreensão total das mais valias da metodologia do Building Information Modeling para o ensino prático da sua área pelo corpo docente; os mesmo professores irão transmitir ao BIM Manager, demonstrando com exercícios e resultados práticos, os objetivos que têm a alcançar com os seus métodos atuais, enriquecendo o trabalho do gestor bem como o dos futuros passos do plano de intervenção. Os anos de experiência dos discentes em metodologias anteriores servem para dar uma base sólida à proposta de modelo no ensino da arquitetura com o BIM, por sua vez estabelece-se um ambiente de trabalho cooperativo e de partilha de informação BIM no corpo docente.

Para concluir a fase 0 o plano propõe que se crie uma BIMCloud Privada para a faculdade. Apesar de ainda ser uma fase bastante embrionária, criar um servidor Web Based assegurará um bom funcionamento para as restantes fases e dará tempo a que os docentes criem o seu próprio espaço pessoal de acesso privado nesta plataforma, bem como um espaço dedicado à sua área disciplinar para posterior utilização restrita aos respetivos alunos. Os responsáveis por cada área científica poderão preparar bibliotecas ou até importar para a Cloud os exercícios BIM que realizaram nesta fase, preparando assim a Infraestrutura segundo um ambiente de CDE pronto a ser utilizado.

### Fase 1 – Área Padrão

A disciplina de Projeto é a unidade curricular transversal a todo o curso de Mestrado Integrado em Arquitetura: nos primeiros 3 semestres do curso designada como Laboratório de Arquitetura, nos seguintes semestres Laboratório de Projeto. Esta disciplina é um elemento padrão de registo semestral, com um peso maior em ETCs que as restantes unidades curriculares; pois pretende reunir os conceitos lecionados e apreendidos nas outras disciplinas do semestre correspondente num objeto arquitetónico segundo a temática a abordar pela própria disciplina de Projeto. A UC por ter este carácter globalizante é a disciplina que oferece maior capacidade de aplicação

total de uma metodologia BIM dado que é aquela que mais se assemelha a um registo de espaço e método de trabalho de uma dimensão já profissional. Sendo a disciplina que permite ao aluno maior autonomia em todo o seu processo, acaba por ser desafiante pela sua incorporação da lógica e da imaginação, segundo um programa sugerido pelo nível de complexidade que se pretende ensinar no semestre correspondente.

*“Project, as a discipline, could be the place to aggregate the pedagogical objectives of other disciplines (...)” - “Projeto, enquanto disciplina, pode ser a área de agregação dos objetivos pedagógicos das outras disciplinas (...)”*

Francisco Oliveira, 2018, p. 6

Na fase 1 pressupõe-se uma análise à área disciplinar de Projeto enquanto plataforma de exercício da metodologia BIM, através de modelos integrados arquitetónicos (IAM) com um nível de detalhe conforme os conteúdos programáticos das restantes disciplinas. Uma vez incorporado uma metodologia BIM na disciplina de Projeto através de IAMs a complexidade da informação, criatividade, profundidade tanto do conceito como da análise e a aprendizagem irão progressivamente aumentar (Oliveira, 2018).

A partir de uma incorporação do BIM transversal a todas as UCs os trabalhos produzidos nas disciplinas de Projeto constarão com um nível progressivo de LoD, dado que o aluno deverá trabalhar segundo um nível de detalhe adequado aos conteúdos lecionados nas restantes unidades curriculares. Para isso, a partir da disciplina Laboratório de Arquitetura III os níveis de detalhe são estabelecidos pelo professor fazendo com que o aluno potencie todos os conhecimentos que já adquiriu. A título ilustrativo, no quinto semestre de estudos os alunos de Mestrado Integrado em Arquitetura têm no plano curricular Edificações III – Redes e Instalações Técnicas, Conforto Ambiental e Urbanismo I - disciplinas que focam um maior grau de pormenor e compreensão da construção. Na disciplina de Projeto II, o aluno poderá trabalhar segundo um nível LoD 300 onde a geometria é precisa, contém um componente de orientação e localização, bem como já existe um realismo percentual na construção digital onde elementos estruturais e não estruturais podem ser avaliados e testados. Desta forma o aluno poderá questionar a informação obtida no seu modelo ou até

oferecer um debate de resultados na disciplina onde apreendeu os conceitos que averiguou em Projeto. Consequentemente, para concluir o último ciclo de estudos, o aluno estará preparado para executar a sua proposta final de mestrado a partir de uma dimensão virtual da construção conforme um nível de conhecimentos associados ao LoD 500 onde existe um detalhe minucioso da realidade.

Ainda, se em alguma das disciplinas de Projeto entre Laboratório de Arquitetura III e Laboratório de Projeto V, por preferência do docente, os processos e apresentação final na sua totalidade tiverem de ser executados por processos tradicionais – à mão – não implica que o aluno não possa transversalmente construir um modelo de informação de digital, a fim de testar e visualizar os conhecimentos lecionados nas restantes UCs. O modelo digital serviria para compreender melhor o seu objeto arquitetónico podendo libertar-se e dedicar-se mais às dimensões conceptuais do seu projeto.

## Fase 2 – Competências Práticas

Tal como os recém formados arquitetos Joana e Francisco do CIAUD também a proposta de modelo enquadra uma fase de relação intensa com o BIM, a fim de em pouco tempo demonstrar as suas potencialidades a quem seguiu um plano de estudos onde não existia contacto com a metodologia do Building Information Modeling. A partir de um workshop organizado pelo BIM manager, com a duração de 5 dias, os alunos que se encontrem (durante a fase 2 de atuação do modelo) no quarto e quinto ano de curso irão estabelecer uma relação de trabalho absorvente e dinâmico dado que será o último momento possível para criar uma ligação com esta ferramenta numa dimensão educacional.

O BIM manager nesta fase tem duas funções. Em primeiro lugar, elaborar o workshop a partir de um conjunto de aulas extracurriculares, servidas de palestras e testemunhos de profissionais (da FA ou não) que estejam habituados a trabalhar segundo o BIM, tutoriais em formato de vídeo e exercícios de software. O workshop deverá abordar na generalidade todas as dinâmicas do BIM em concordância com os objetivos pedagógicos de cada área científica estudados na fase 0. A outra função do BIM Manager passa pela elaboração de um relatório das conclusões retiradas do workshop tais como a gestão de softwares feita pelos alunos e quais os recursos necessários em termos curriculares para responder aos resultados com os objetivos.

Esta fase dedicada a um workshop é tão importante para os alunos que participam nesta atividade extracurricular como para o corpo docente da FA. Os alunos estabelecem o primeiro contacto, num ambiente de ensino superior controlado e sem pressão adicional, com a nova situação da indústria da AEC a passos antes de entrarem para o mercado de trabalho. Os professores podem ver exemplos de aplicação do BIM nos objetivos traçados por si mesmos em fases anteriores, bem como enriquecer a biblioteca criada na BIM Cloud Privada com os exercícios realizados durante o workshop.

*“(...) Multidisciplinary thinking, where students are insisted on making crosslinks between themes and seeing the problems from many diferente angles and in diferente contexts.” - “(...) Pensamento multidisciplinar, onde os estudantes são forçados a fazer ligações entre os temas e a ver os problemas de vários ângulos diferentes e em contextos diferentes.”*

Francisco Oliveira, 2018, p. 7

Os discentes (tal como os arquitetos do CIAUD) seguiram o programa atual de ciclos de estudos oferecido pela FA. A partir desta experiência com o BIM, os alunos poderão oferecer opiniões e estratégias de onde e como poderiam ter utilizado a ferramenta em momentos anteriores do curso, possibilitando assim uma visão por parte do corpo docente de como a metodologia poderia enriquecer algumas práticas do curso. A vertente oferecida pelos alunos conjuntamente com o plano traçado nas fases anteriores, possibilitam a transição para a quarta e última fase do modelo onde, uma vez esta concluída, a FA estará numa fase de maturidade BIM *Introduzida nível 2*.

### Fase 3 – Competências Transferíveis

Por fim, na última etapa do modelo já existe uma familiaridade com a nova metodologia por parte do corpo docente e de alguns alunos da faculdade e também um estudo completo de todas as possíveis áreas e meios de intervenção. Desta forma, a última fase constitui uma alteração do plano curricular a partir da averiguação dos valores objetivos das UCs bem como de todos os resultados obtidos pelos KPIs do relatório final do Bim manager. Para criar um novo plano curricular serão confrontados as fases anteriores do plano proposto com uma análise curricular objetiva às disciplinas

atuais – número de ETCs, carga horária e conteúdos programáticos. Uma vez concluída esta análise irão ser incluídas no plano de estudos as novas UCs dedicadas a aspetos conceptuais do BIM.

*“The teaching of Architecture, in its increasing complexity throughout the five years of the course, will have to be altered so that it allows to the students an integrated experience of knowledge competing for common pedagogical objectives (...)”*

*- “O ensino da Arquitetura, no seu aumento de complexidade ao longo dos cinco anos de curso, terá de ser alterada para que os alunos consigam uma experiência integrada de conhecimento competindo por objetivos pedagógicos comuns (...)”*

Francisco Oliveira, 2018, p. 1

Em primeiro lugar é importante referir que o estudo seguinte não pretende menosprezar qualquer unidade curricular do plano de estudos em vigor, apenas sugerir uma possível abordagem a ser aprovada pelo corpo docente das respetivas áreas disciplinares bem como por um gestor BIM. Desta forma a fase 3 de intervenção divide-se entre três principais momentos: criação de novas disciplinas nos primeiros semestres do plano curricular (I); reestruturação do programa de duas unidades curriculares (II); e proposta de integração dos componentes de estudo das UCs na disciplina de Projeto nos restantes períodos (III).

O primeiro ano do curso de arquitetura é o período mais apropriado para a inserção de uma disciplina dedicada à filosofia do Building Information Modeling: uma unidade curricular focada nos conceitos, dimensões, práticas, objetivos e cooperação BIM, a fim de enquadrar os alunos na temática utilizada no exercício da arquitetura presentemente. Seria uma disciplina de cariz mais teórico mas necessário para que futuramente o desempenho da metodologia seja compreendido na sua totalidade. O primeiro ano é por sua vez também um período de estudos onde existe um foco relativamente grande (comparativamente aos anos seguintes) no trabalho à mão, onde as disciplinas na área do Desenho e Comunicação Visual têm maior valor (6 ETCs) que as restantes (excluindo sempre Projeto) e os métodos utilizados na conceção dos objetos de Projeto são também trabalhados e apresentados segundo igual registo.

Em todo um processo BIM, seja ele aplicado numa instituição de ensino ou num gabinete de arquitetura, o desenho à mão é uma ferramenta que nunca é substituída

dado a sua importância enquanto método de observação, criação e representação do conceito do objeto arquitetónico. Exatamente pelo seu papel fundamental é útil fazer uma introdução ao Desenho na própria disciplina teórica de introdução ao BIM. Apesar de ser uma fusão um pouco estranha, se o BIM é uma ferramenta quase sempre utilizada nas fases seguintes à fase da conceção da ideia (Desenho) seria importante que existisse esta ponte entre a ligação de um processo em papel, à mão para uma representação digital, demonstrando uma vez mais que todo o processo da criação de um edifício não se destina a processos individuais mas a processos integrados de troca de informação. Assim sendo, sugere-se a divisão da carga horária e do número de ECTS da disciplina de 1º ano - 1º semestre de Desenho\* para metade, atribuindo o restante à nova disciplina dedicada ao BIM – Introdução ao BIM\* (I).

Por sua vez, no segundo semestre do mesmo ano a disciplina dedicada ao BIM estaria aplicada já enquanto metodologia e não disciplina teórica. Na dimensão das Tecnologias da Arquitetura, a unidade curricular de Materiais\* serviria de base de teste aos conteúdos lecionados na disciplina de Introdução ao BIM, a fim de demonstrar na prática a aplicabilidade da ferramenta – Materiais com apoio ao BIM\* (II). Adicionalmente, os conteúdos lecionados na disciplina poderiam ser testados e comprovados através da base de dados criada na fase 0.

1º ANO / 1º SEMESTRE			1º ANO / 1º SEMESTRE		
	HCS	ECTS		HCS	ECTS
Laboratório de Arquitetura I	9	12,5	Laboratório de Arquitetura I	9	12,5
Desenho	6	7	Desenho	3	3,5
Geometria Descritiva e Concetual I	3	3,5	Geometria Descritiva e Concetual I	3	3,5
Cultura da Arquitetura e da Cidade	3	3,5	Cultura da Arquitetura e da Cidade	3	3,5
Complementos de Matemática e Estatística	3	3,5	Complementos de Matemática e Estatística	3	3,5
			Introdução ao BIM	3	3,5
1º ANO / 2º SEMESTRE			1º ANO / 2º SEMESTRE		
Laboratório de Arquitetura II	9	12,5	Laboratório de Arquitetura II	9	12,5
Desenho Arquitetónico I	6	7,0	Desenho Arquitetónico I	6	7,0
Geometria Descritiva e Concetual II	3	3,5	Geometria Descritiva e Concetual II	3	3,5
Materiais	3	3,5	Materiais com apoio ao BIM	3	3,5
História de Arte Contemporânea	3	3,5	História de Arte Contemporânea	3	3,5

Figura 62 | Plano curricular do primeiro ano de Mestrado Integrado em Arquitetura . Fotografia

Como unidades curriculares reestruturáveis (II), para além da disciplina de Materiais, no 2º ano 3º semestre, a disciplina de Sistemas de Representação Digital em Arquitetura também sofreria um acréscimo mas em termos de conteúdos. Adicionalmente ao AutoCAD, seria introduzido um software BIM (a decidir pela faculdade a partir dos resultados da fase 2) onde os exercícios a aplicar para ensino dos programas deveriam ser semelhantes de forma a que os alunos compreendam as principais diferenças entre os métodos de projeção de cada software. No 3º ano 6º semestre a disciplina de Modelação e Visualização Tridimensional em Arquitetura

também sofreria alterações em termos de conteúdos na medida que seriam ensinados conceitos como gestão de ferramentas de modelação para que os alunos compreendam a importância da gestão de softwares para os hábitos de projecção.

Por fim, as intervenções do BIM em termos de plano curricular a partir do 2º ano 3º semestre irão focar-se essencialmente na disciplina de Projeto (III). No mesmo semestre em que os alunos estabelecem contato com softwares BIM, os mesmos serão introduzidos pelos alunos como ferramenta de trabalho na disciplina de Laboratório de Arquitetura III mas segundo um nível de representação LoD 100. Como ainda estão a desenvolver competências em termos de mecanismos de representação digital, a abordagem a fazer em projeto pelos discentes será feita num nível conceptual onde a representação assume um carácter genérico e apenas informativo do que é o espaço e a sua constituição. Por sua vez, uma vez construindo os modelos em Projeto o estudo do local como a sua implantação e fenómenos característicos poderiam ser testados nas disciplinas de Geografia Física ou até na de Edificações I.

No 4º semestre do mesmo ano os alunos já assume algum controlo do software o que permite aumentar o nível de detalhe para LoD 200 onde agora existe uma atribuição de carácter geométrico e de maior detalhe quanto à constituição dos elementos construtivos. Na disciplina de Laboratório de Projeto os discentes poderão realizar estudos nos próprios edifícios que estão a criar, segundo o programa da disciplina, testando os conteúdos lecionados nas unidades curriculares Edificações II e Física das Construções graças ao nível de detalhe oferecido no LoD Geometria Aproximada.

A partir do 3º ano (inclusive) os níveis de detalhe são estipulados anualmente, porém as mais valias a retirar do BIM promovem um aumento da colaboração e da partilha de informação possibilitando cooperações em grupo numa fase inicial do trabalho de Laboratório de Projeto e em disciplinas que utilizem softwares para a realização de exercícios. No terceiro ano os alunos passam a trabalhar segundo um LoD de 300 em todas as unidades curriculares, em específico nos trabalhos de Laboratório de Projeto. Esta geometria mais precisa permite maior realismo comparativamente com o nível LoD anterior, onde as redes e instalações técnicas, tectónica dos edifícios, quantificação e características dos materiais assumem maior destaque. Neste ano as duas UCs de Laboratório de Projeto focar-se-ão em enriquecer o projeto de cada estudante segundo uma análise destas diferentes capacidades proporcionadas pelo LoD 300. Os conhecimentos adquiridos nas UCs Edificações III,

Conforto Ambiental, Estática e Estruturas I podem ser testados em paralelo ao desenvolvimento do Projeto e de uma gestão de ferramentas de análise na disciplina de Modelação e Visualização Tridimensional em Arquitetura. Este nível permite uma emissão de ficheiros COBie que poderiam facilitar a troca de informação entre a área de Projeto e as restantes UCs apresentadas, fazendo assim com que os discentes desenvolvam, em paralelo os conteúdos das restantes unidades curriculares à medida que produzem o seu edifício para Projeto de forma regularmente atualizada, segundo uma gestão de ferramentas na disciplina de modelação.

Quando em regime de mestrado as UCs lecionadas são diferentes em cada especialização da área da arquitetura, desta forma o objetivo não será direcionado para a ligação dos conteúdos lecionados nas disciplinas com a unidade curricular de Projeto mas na especificação de um desafio adicional nas duas disciplinas de Laboratório de Projeto. No 4º ano 7º e 8º semestre o modelo de curso propõe um enquadramento do BIM segundo as potencialidades da ferramenta em enriquecer o trabalho realizado nos Laboratórios de Projeto através de um nível de LoD 400. Este LoD oferece um nível de pormenor aprofundado de todos os elementos e informações do projeto, o que permite a que os conteúdos apresentados na *Avaliação* sejam estudados pelos alunos nesta fase. Os estudantes neste ciclo de estudos já estão habituados a uma metodologia BIM e já possuem conhecimentos a cerca da conceção de um edifício suficientes para questionar a informação fornecida e moldá-la segundo os seus requisitos. Desta forma, num regime de 4º ano os professores de Projeto irão lançar o desafio adicional de projetar tendo em consideração as dimensões 4, 5 e 6 do BIM. O aluno deverá ter sempre presente um orçamento lançado pelo professor no início do semestre e deverá executar as suas escolhas durante todo o período da disciplina segundo esse orçamento contrabalançando com as informações das outras duas dimensões apresentando justificações segundo estes planos para as escolhas que fez.

Uma vez concluídas todas as etapas de um plano de estudos segundo a proposta da fase 3, o discente ingressa no desafio final para conclusão do curso de Arquitetura – Proposta Final de Mestrado. Uma vez habituado a trabalhar segundo esta metodologia no decorrer de 4 anos, estará preparado a testar e resolver todos os aspetos da construção, segundo um nível de LoD 500; dado que já tem todos os conhecimentos necessários para uma prática de projeção segundo este nível de detalhe de informação, compreendendo o seu edifício na sua totalidade (ciclo de vida, 7D).

ANO / SEMESTRE M.I.A.RQ	HCS	ETCs	LoD	COMPETÊNCIAS BIM	TIPO DE INTERVENÇÃO
<b>1º Ano / 1º Semestre</b>	<b>24</b>	<b>30</b>			
Laboratório de Arquitetura I	9	12,5	...	Metodologia BIM: conceitos, dimensões e práticas.	(I) - Criação de Novas Disciplinas
Desenho	3	3,5			
Geometria Descritiva e Concetual I	3	3,5			
Cultura da Arquitetura e da Cidade	3	3,5			
Complementos de Matemática e Estatística	3	3,5			
Introdução ao BIM	3	3,5			
<b>1º Ano / 2º Semestre</b>	<b>24</b>	<b>30</b>			
Laboratório de Arquitetura II	9	12,5	...	Metodologia BIM: conceitos, dimensões e práticas.	(II) - Reestruturação do Programa Curricular
Desenho Arquitetónico I	6	7			
Geometria Descritiva e Concetual II	3	3,5			
Materiais com apoio ao BIM	3	3,5			
História de Arte Contemporânea	3	3,5			
<b>2º Ano / 3º Semestre</b>	<b>24</b>	<b>30</b>			
Laboratório de Arquitetura III	9	12,5	100	IAMs aplicados na disciplina de Projeto com recurso às Ucs Geografia Física e Edificações I	(II) - Reestruturação do Programa Curricular (III) - BIM nas disciplinas de Projeto
Desenho Arquitetónico II	3	3,5			
Geografia Física	3	3,5			
História da Arquitetura Clássica e Medieval	3	3,5			
Edificações I - Elementos de Suporte	3	3,5			
Sistemas de Representação Digital em Arquitetura	3	3,5			
<b>2º Ano / 4º Semestre</b>	<b>24</b>	<b>30</b>			
Laboratório de Projeto I	9	12,5	200	IAMs aplicados na disciplina de Projeto com recurso às Ucs Edificações II e Física das Construções	(III) - BIM nas disciplinas de Projeto
Desenho da Cidade	3	3,5			
Edificações II - Revestimentos e Materiais	3	3,5			
Física das Construções	3	3,5			
Geografia Urbana	3	3,5			
História da Arquitetura da Época Moderna	3	3,5			
<b>3º Ano / 5º Semestre</b>	<b>24</b>	<b>30</b>			
Laboratório de Projeto II	9	12,5	300	Desenvolvimento simultaneo de IAMs (segundo um ambiente de colaboração) entre Projeto, Edificações III, Conforto Ambiental, Estática	(III) - BIM nas disciplinas de Projeto
Edificações III - Redes e Instalações Técnicas	3	3,5			
Conforto Ambiental	3	3,5			
Urbanismo I	3	3,5			
Estática	3	3,5			
Teoria da Arquitetura	3	3,5			
<b>3º Ano / 6º Semestre</b>	<b>24</b>	<b>30</b>			
Laboratório de Projeto III	9	12,5	300	Desenvolvimento simultaneo de IAMs (segundo um ambiente de colaboração) entre Projeto e Estruturas I	(II) - Reestruturação do Programa Curricular (III) - BIM nas disciplinas de Projeto
Urbanismo II	6	7			
História da Arquitetura na Época Contemporânea	3	3,5			
Estruturas I	3	3,5			
Modelação e Visualização Tridimensional em Arquitetura	3	3,5			
<b>4º Ano / 7º Semestre - Especialização em Arquitetura</b>	<b>24</b>	<b>30</b>			
Laboratório de Projeto IV	9	12,5	400	Aplicação de desafios específicos (escolhidos pelos docentes) nos IAMs de Projeto segundo as dimensões 4, 5 e 6D	(III) - BIM nas disciplinas de Projeto
Inovação Tecnológica e Novos Materiais	3	3,5			
Estruturas II	3	3,5			
Teoria do Lugar	3	3,5			
Sociologia Urbana	3	3,5			
Modelação Geométrica e Generativa	3	3,5			
<b>4º Ano / 8º Semestre - Especialização em Arquitetura</b>	<b>24</b>	<b>30</b>			
Laboratório de Projeto V	9	13	400	Aplicação de desafios específicos (escolhidos pelos docentes) nos IAMs de Projeto segundo as dimensões 4, 5 e 6D	(III) - BIM nas disciplinas de Projeto
Conservação, Restauo e Reabilitação	3	3,5			
História da Arquitetura em Portugal	3	3,5			
Tecnologias da Reabilitação e Conservação	3	3,5			
Economia do Projeto	3	3,5			
Optativa de Especialização	1,5	1,5			
Optativa de Especialização	1,5	1,5			
<b>5º Ano / 9º Semestre - Especialização em Arquitetura</b>	<b>24</b>	<b>30</b>			
Laboratório de Projeto VI	9	13	500	Aplicação de todas as valências do BIM segundo a dimensão 7D	(III) - BIM nas disciplinas de Projeto
Edificações IV/ Apoio ao Projeto	3	3,5			
Sistemas Estruturais e Construtivos	3	3,5			
Eficiência Energética e Ambiente	3	3,5			
Optativa de Especialização	1,5	1,5			
Optativa de Especialização	1,5	1,5			
Seminários de Investigação	3	3,5			
<b>5º Ano / 9º Semestre - Especialização em Arquitetura</b>	<b>12</b>	<b>30</b>			
Projeto Final Mestrado ou Dissertação	9	22	500	Aplicação de todas as valências do BIM segundo a dimensão 7D	(III) - BIM nas disciplinas de Projeto
Seminários de apoio ao PFM ou Dissertação	3	8			

Figura 63 | Conteúdos Fase 3 . Tabela



# 04 |

## CONSIDERAÇÕES

## FINAIS



## 04 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um processo de trabalho em BIM é como qualquer outro método de trabalho: exige dedicação, compromisso, trabalho, análise e gestão de processos de forma a que a ferramenta seja verdadeiramente bem utilizada. A presente dissertação não pretende romancear esta metodologia porque como muitas, é um processo que implica uma transição em termos logísticos e também tem as suas dificuldades associadas por ser um procedimento de muito trabalho de análise de dados. No entanto, as potencialidades deste paradigma são imensas e que permitem uma potencialização do curso de Arquitetura.

O sucesso do ensino superior está na capacidade que este tem em transmitir aos alunos os conhecimentos necessários ao exercício da profissão segundo uma metodologia que exponha a sua futura prática. Também, o ensino da arquitetura não está no reflexo de uma dimensão profissional mas sim numa demonstração das potencialidades dos conhecimentos que se adquirem na faculdade (através da simbiose entre a teoria e a prática). Assim, o nível de maturidade sugerido na proposta – nível 2, *Introduzido* - não atinge o nível máximo oferecido pelo BIM, nem alguns níveis de integração propostos por outros autores, uma vez que o propósito da adoção do BIM nesta dimensão é de formar Arquitetos capazes de trabalhar e incorporar as dinâmicas do Building Information Modeling e não gestores ou especialistas BIM.

*“Architecture is the art of projecting the future par excellence. Today we inhabit the imaginations of those who dared to invente and build an idea before us.” - “Arquitetura é a arte de projetar o futuro por excelência. Hoje nós habitamos a imaginação daqueles que ousaram inventar e construir uma ideia diante de nós.”*

Francisco Oliveira, 2018, p. 5

Hoje um posicionamento estratégico a par desta realidade digital da construção é o desafio das faculdades da indústria da AEC. Enquadrar o ensino segundo as novas necessidades do mercado, as novas valências da profissão do arquiteto e as novas premissas digitais que possivelmente dominarão também o mercado, como a Realidade

Virtual e a Realidade Aumentada. Assim, uma incorporação do BIM num curso superior deve refletir os valores da faculdade bem como estas necessidades.

A situação apresentada reside numa proposta de modelo no ensino da arquitetura que pretende enriquecer o curso de Mestrado Integrado em Arquitetura com uma metodologia de eficiência, dinamismo, empirismo e ainda de cooperação; a partir de uma reinterpretação de um curso segundo 4 fases de intervenção, a ser aplicado durante um a três anos, com o auxílio de um BIM manager. Este capítulo final compreende uma reflexão de todos os anteriores tópicos abordados: componentes do BIM, a sua posição na educação e em outras instituições de ensino superior, e ainda a sua aplicabilidade e necessidades segundo o que o mercado procura.

Os subcapítulos anteriores divididos ao longo do capítulo II – Estado do Conhecimento fornecem noções básicas aos conteúdos desenvolvidos na proposta de modelo, desta forma os componentes gerais como o O quê? (I), Onde? (II), Quem? (III), e Quando? (IV) são esclarecidos previamente para culminar nas respostas às perguntas Porquê? (V) e Como? (VI) do modelo de capítulo III.

Da *Definição do BIM* foi possível compreender os seus componentes, dimensões, características e dinâmicas, enquadrando segundo marcos históricos da sua criação a fim de compreender a metodologia e desmistificar o tema alvo da proposta. Estas noções são informações primárias que introduzem a temática como base de toda a abordagem e como foco principal do trabalho - o Building Information Modeling (I).

Com o caso de estudo do *Curso de Arquitetura* foram confrontados dois modelos de incorporação do BIM no ensino completamente divergentes: um de carácter mais formal e teórico (estudo de caso da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa) e outro mais dinâmico e abrangente (estudo de caso da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Liverpool). Ambos os estudos de caso mostraram ser incapazes de satisfazer o que provavelmente seria uma abordagem mais completa e capaz de integrar o BIM num curso com mestrado integrado, dessa forma na conclusão do capítulo é sugerido o modelo implementado pelas entidades reguladoras da prática BIM do Reino Unido – *Plano por III Fases*. Uma vez concluído este subcapítulo as respostas às perguntas “Quem?” e “Onde?” estão respondidas – na reinterpretação metodológica (II) dos cursos de Mestrado Integrado em Arquitetura da FA (III).

Como último componente geral o caso de estudo do *Arquiteto* vem elucidar quanto às novas realidades da profissão desde o seu valor subjetivo ao objetivo e aos

estudos de caso que demonstram tanto a realidade nacional como internacional. A análise efetuada neste capítulo pretende apelar à procura que já existe relativamente a profissionais especializados segundo a temática BIM sobrepondo uma urgência para a sua adoção no ensino superior do âmbito da AEC em Portugal. Desta forma, reforçaram-se tanto as respostas às perguntas anteriores como à quarta e última pergunta das noções base – dado os prazos internacionais de incorporação do BIM nas obras públicas, as práticas nacionais como os congressos e estudos realizados à metodologia; este subcapítulo sugere que o mais rapidamente possível a ferramenta BIM deve estar incorporada no ensino para satisfazer as exigências do mercado bem como para lançar as instituições nacionais nesta implementação para os futuros prazos.

Já no terceiro capítulo é por fim sugerido a proposta de um *Modelo* no ensino da Arquitetura. Este capítulo final subdivide-se segundo três principais tópicos onde o primeiro (*Síntese*) reforça a ideia da necessidade da implementação mas com um foco nos discentes da FA (V); e os dois seguintes (*Avaliação e Implementação*) respondem à última pergunta de como é seria feita toda esta reinterpretação do modelo de curso atual a partir do BIM (VI). A *Síntese* fortalece a ideia do como os alunos da faculdade já interagem com a ferramenta e o seu nível de conhecimento segundo a metodologia, ainda que não seja um fator obrigatório (optativa BIM); ainda, no fim, é referido um estudo da opinião de recém formados Arquitetos pela FAUL que interagem presentemente com a ferramenta. Assim é estabelecido um resumo das razões que levam a proposta de implementação seguinte.

A *Avaliação e a Implementação* nascem de uma simbiose de documentos apresentados ao longo da dissertação de forma a que o modelo por fases proposto se integre por inteiro no nível de maturidade em que a FA se encontra. Para reforçar a ideia de que o BIM é um acréscimo de valor ao curso e não uma substituição curricular, estes dois subcapítulos esclarecem as noções e dinâmicas BIM segundo os objetivos das áreas pedagógicas do curso de Mestrado Integrado em Arquitetura. Uma vez contextualizado as mais valias segundo estas exigências, segundo 4 fases são sugeridas formas de reinterpretar o mesmo curso segundo a metodologia.

Consequentemente, o terceiro capítulo pretende interligar todos os componentes BIM apresentados, reforçando essas mesmas noções através de um plano curricular da FA, seguindo os concelhos da dimensão profissional.

O trabalho apresentado conclui a importância da integração do Building

Information Modeling enquanto ferramenta potenciadora das competências a serem adquiridas, pelos alunos, numa fase anterior à profissão. Estas habilitações metodológicas conferem capacidades aos discentes de se destacarem num novo mercado trabalho ao saberem operar segundo este método que ainda está por normalizar em Portugal. Ao pensar no futuro próximo, são definidas as aptidões a adquirir no presente para nos destacarmos nesta nova realidade. Assim, a integração do BIM no curso de Mestrado Integrado em Arquitetura na FA apresenta uma repercussão a curto, médio e longo prazo, onde cabe à instituição destacar-se no presente.

Num futuro a curto prazo, a normalização e regularização de métodos de trabalho BIM será imposta aos gabinetes de arquitetura, o que aumenta a procura por profissionais com competências nesta área. Uma vez incorporado o BIM, os arquitetos futuramente licenciados estarão a par desta ferramenta dado toda a experiência curricular que tiveram contacto na faculdade, aumentando assim o valor do curso na formação de profissionais.

Como aptidão a médio prazo, uma vez regularizada a incorporação do BIM no ensino, a cooperação e partilha de informação entre cursos da mesma universidade será o novo objetivo a atingir. Um regime de trabalho onde o estudante de arquitetura, recorre em situações pontuais de colaboração a um estudante de engenharia civil ou engenharia de materiais (entre outros) de forma a testar os seus conhecimentos e promover a interação entre futuros profissionais do mesmo âmbito mas de áreas diferentes.

Num cenário hipotético de projeção a longo prazo, os novos instrumentos digitais como a realidade virtual e a realidade aumentada, já utilizados em outras áreas como os vídeo jogos e cinema, têm vindo a adquirir o seu lugar enquanto sistema de visualização de um objetivo futuro. Num futuro onde a edificação digital supera em quantidade a construída, estas ferramentas de visualização interativas proporcionarão uma ligação com o objeto a ser criado fisicamente mais dinâmica e real ainda que virtual. Este modelo virtual através do desenvolvimento do projeto em softwares BIM oferece ao cliente uma experiência sensorial do projeto que solicitou.

Desta forma, a dissertação apresentada demonstra as competências do Building Information Modeling enquanto metodologia de trabalho num curso de Arquitetura adaptado para o futuro da profissão de arquiteto.





# 05 |

## ANEXOS



## 05 | ANEXOS

### ANEXO A

#### Estrutura Curricular FA

Curso: Mestrado Integrado em Arquitetura, especialização em Arquitetura

<b>1º Ano - 1º Semestre</b>				
Código	Unidade Curricular	Área Científica	Hora Contacto	ECTS
	Laboratório de Arquitectura I	Arquitetura (80%) / Urbanismo (20%)	9	12,5
	Desenho	Desenho e Comunicação Visual	6	7
	Geometria Descritiva e Concetual I	Desenho e Comunicação Visual	3	3,5
	Cultura da Arquitectura e da Cidade	História e Teoria da Arquitectura do Urbanismo e do Design	3	3,5
	Complementos de Matemática e Estatística	Tecnologias da Arquitectura, do Urbanismo e do Design	3	3,5
<b>1º Ano - 2º Semestre</b>				
Código	Unidade Curricular	Área Científica	Hora Contacto	ECTS
	Laboratório de Arquitectura II	Arquitetura (80%) / Urbanismo (20%)	9	12,5
	Desenho Arquitetónico I	Desenho e Comunicação Visual	6	7
	Geometria Descritiva e Concetual II	Desenho e Comunicação Visual	3	3,5
	Materiais	Tecnologias da Arquitectura, do Urbanismo e do Design	3	3,5
	História de Arte Contemporânea	História e Teoria da Arquitectura do Urbanismo e do Design	3	3,5
<b>2º Ano - 1º Semestre</b>				
Código	Unidade Curricular	Área Científica	Hora Contacto	ECTS
	Laboratório de Arquitectura III	Arquitetura (80%) / Urbanismo (20%)	9	12,5
	Desenho Arquitetónico II	Desenho e Comunicação Visual	3	3,5
	Geografia Física	Ciências Sociais e do Território	3	3,5
	História da Arquitectura Clássica e Medieval	História e Teoria da Arquitectura do Urbanismo e do Design	3	3,5
	Edificações I - Elementos de Suporte	Tecnologias da Arquitectura, do Urbanismo e do Design	3	3,5
	Sistemas de Representação Digital em Arquitectura	Desenho e Comunicação Visual	3	3,5
<b>2º Ano - 2º Semestre</b>				
Código	Unidade Curricular	Área Científica	Hora Contacto	ECTS
	Laboratório de Projeto I	Arquitetura (80%) / Urbanismo (20%)	9	12,5
	Desenho na Cidade	Desenho e Comunicação Visual	3	3,5
	Edificações II - Revestimentos e Materiais	Tecnologias da Arquitectura, do Urbanismo e do Design	3	3,5
	Física das Construções	Tecnologias da Arquitectura, do Urbanismo e do Design	3	3,5
	Geografia Urbana	Ciências Sociais e do Território	3	3,5
	História da Arquitectura da Época Moderna	História e Teoria da Arquitectura do Urbanismo e do Design	3	3,5

<b>3º Ano - 1º Semestre</b>				
Código	Unidade Curricular	Área Científica	Hora Contacto	ECTS
	Laboratório de Projecto II	Arquitetura (80%) / Urbanismo (20%)	9	12,5
	Edificações III - Redes e Instalações Técnicas	Tecnologias da Arquitectura, do Urbanismo e do Design	3	3,5
	Conforto Ambiental	Tecnologias da Arquitectura, do Urbanismo e do Design	3	3,5
	Urbanismo I	Urbanismo	3	3,5
	Estática	Tecnologias da Arquitectura, do Urbanismo e do Design	3	3,5
	Teoria da Arquitectura	História e Teoria da Arquitectura do Urbanismo e do Design	3	3,5
<b>3º Ano - 2º Semestre</b>				
Código	Unidade Curricular	Área Científica	Hora Contacto	ECTS
	Laboratório de Projeto III	Arquitetura (80%) / Urbanismo (20%)	9	12,5
	Urbanismo II	Urbanismo	6	7
	História da Arquitectura na Época Contemporânea	História e Teoria da Arquitectura do Urbanismo e do Design	3	3,5
	Estruturas I	Tecnologias da Arquitectura, do Urbanismo e do Design	3	3,5
	Modelação e Visualização Tridimensional em Arquitectura	Desenho e Comunicação Visual	3	3,5
<b>4º Ano - 1º Semestre</b>				
Código	Unidade Curricular	Área Científica	Hora Contacto	ECTS
	Laboratório de Projeto IV	Arquitetura (80%) / Urbanismo (20%)	9	12,5
	Inovação Tecnológica e Novos Materiais	Tecnologias da Arquitectura, do Urbanismo e do Design	3	3,5
	Estruturas II	Tecnologias da Arquitectura, do Urbanismo e do Design	3	3,5
	Teoria do Lugar	Arquitetura	3	3,5
	Sociologia Urbana	Ciências Sociais e do Território	3	3,5
	Modelação Geométrica e Generativa	Desenho e Comunicação Visual	3	3,5
<b>4º Ano - 2º Semestre</b>				
Código	Unidade Curricular	Área científica	Hora Contacto	ECTS
	Laboratório de Projeto V	Arquitetura (80%) / Urbanismo (20%)	13	13
	Conservação, Restauro e Reabilitação	Arquitetura	3,5	3,5
	História da Arquitectura em Portugal	História e Teoria da Arquitectura do Urbanismo e do Design	3,5	3,5
	Tecnologias da Reabilitação e Conservação	Tecnologias da Arquitectura, do Urbanismo e do Design	3,5	3,5
	Economia do Projeto	Ciências Sociais e do Território	3,5	3,5
	Optativa de Especialização	Var	1,5	1,5
	Optativa de Especialização	Var	1,5	1,5
<b>5º Ano - 1º Semestre</b>				
Código	Unidade Curricular	Área Científica	Hora Contacto	ECTS
	Laboratório de Projeto VI	Arquitetura (80%) / Urbanismo (20%)	9	13
	Edificações IV / Apoio ao Projeto	Tecnologias da Arquitectura, do Urbanismo e do Design	3,5	3,5
	Sistemas Estruturais e Construtivos	Tecnologias da Arquitectura, do Urbanismo e do Design	3,5	3,5
	Eficiência Energética e Ambiente	Tecnologias da Arquitectura, do Urbanismo e do Design	3,5	3,5
	Optativa de Especialização	Var	1,5	1,5
	Optativa de Especialização	Var	1,5	1,5
	Seminários de Investigação	Var	3,5	3,5
<b>5º Ano - 2º Semestre</b>				
Código	Unidade Curricular	Área Científica	Hora Contacto	ECTS
	Projeto Final de Mestrado / Dissertação*	Arquitetura (80%) / Urbanismo (20%)	9	22
	Seminários de Apoio ao Projeto Final de Mestrado / Dissertação	Var	3	8

## ANEXO B

### Ficha Técnica Optativa BIM



FICHA DE UNIDADE CURRICULAR

Código:	<b>BIM – Tecnologias integradas de apoio ao Projeto</b>	Tipo de Unidade Curricular		
		OPTATIVA		
Ano Letivo	Curso:	Ciclo Estudos:		
2018/19	<b>MESTRADO INTEGRADO EM ARQUITETURA (Arquitetura, Interiores e Reabilitação, Urbanismo)</b>	1º	<b>2º</b>	3º
Créditos:	Idioma lecionado	Ano Curricular:		
1,5 ECTS	<b>Português</b> Inglês Outro idioma	1º	2º	3º <b>4º</b> <b>5º</b>
Área Científica:		Annual:	Semestral:	
<b>Arq.*</b>	<b>TAUD</b>		<b>1º</b>	2º
Pré-requisitos:		Trimestral:		
Sim <b>Não</b>	Não existem pré-requisitos para esta unidade curricular	1º	2º	3º

Docente(s) Responsável(eis) pela U.C.

Francisco Oliveira		
	Email: <a href="mailto:fcoliveira@fa.ulisboa.pt">fcoliveira@fa.ulisboa.pt</a>	URL: <a href="http://www.fa.ul.pt">www.fa.ul.pt</a>
	Email:	URL: †

Docente(s) da U.C.

Francisco Oliveira		
	Email: <a href="mailto:fcoliveira@fa.ulisboa.pt">fcoliveira@fa.ulisboa.pt</a>	URL: <a href="http://www.fa.ul.pt">www.fa.ul.pt</a>
	Email:	URL:
	Email:	URL:
	Email:	URL:

Horas de Contacto:

Teóricas:	Práticas:	Teórico-Práticas:	Laboratoriais:	Seminários:	Tutoriais:	Outras:	Total Horas de Contacto:
0,0 H	0,0 H	1,5 H	0,0 H	0,0 H	0,0 H	0,0 H	1,5 Horas

Estimativa de Horas Totais de Trabalho:

Inclui o total de horas de contacto mais as horas extra dedicadas à unidade curricular.	Horas Totais de Trabalho: 42,0 Horas
---	--------------------------------------



**FACULDADE DE  
ARQUITETURA**  
Universidade de Lisboa

FICHA DE UNIDADE CURRICULAR

Objetivos (tópicos) limite 900 caracteres

Esta Unidade Curricular, tem por objetivo primordial, ajudar a criar uma consciência de mudança, permitindo dar início aos processos de transformação de metodologias de trabalho em prol da implementação dos sistemas BIM. Para o efeito pretende-se desenvolver ao nível dos conteúdos programáticos, um conjunto de temas essenciais para um entendimento da problemática do BIM, versando sobre a sua aplicabilidade em todas as fases da vida útil da edificação, da sua conceção até à sua eventual demolição, versando, entre outros, aspetos associados à criação arquitetónica, gestão e comunicação à obra, construção, manutenção e gestão de instalações.

Pretende-se introduzir no aluno novas metodologias de trabalho, com recurso a software BIM para arquitetura que, numa base experimental e prática, permita desenvolver um conhecimento sobre os modelos de interação de informação coordenados de apoio à conceção e desenvolvimento do projeto de arquitetura, orientado para os Projetos Finais de Mestrado.

Conteúdos Programáticos / Programa limite 1500 caracteres

- Tema 1 – Apresentação da UC - Building Information Modelling (BIM), definições evolução e contextualização;
- Tema 2 – BIM no projeto de arquitetura, do conceito à realidade;
- Tema 3 – BIM na coordenação de projeto, estrutura e instalações técnicas;
- Tema 4 – BIM e a comunicação do projeto, peças desenhadas, peças escritas, medições e orçamentação;
- Tema 5 – Organização do modelo BIM;
- Tema 6 – Implementação de modelo BIM a projeto.
  - Colóquio final com a apresentação e discussão dos trabalhos.

Competências a adquirir pelo discente (tópicos) limite 3000 caracteres

No final do semestre o aluno deve ficar munido de um conjunto de ferramentas conceituais e operativas que lhe permitam abordar de forma crítica as ferramentas BIM modo a identificar necessidades e oportunidades de transformação, ficando capacitado com as ferramentas para uma abordagem de projeto integral do espaço arquitetónico.

As aulas serão dadas com recurso a exposição oral das diversas temáticas, com apoio de meios audiovisuais, devidamente acompanhadas por referências bibliográficas específicas para o tema abordado na sessão. No final será realizado um colóquio com a apresentação e discussão dos trabalhos dos alunos.

A metodologia adoptada, desenvolve-se sobre duas vertentes complementares: uma parte teórica introdutória do tema e uma parte prática de aplicação direta dos conhecimentos adquiridos.

Parte teórica - explanação oral das matérias programadas, acompanhadas de elementos gráficos e projecções ilustrativos dos temas abordados.

Parte prática - Realização de trabalho individual, sob a forma de "caso piloto", centrado nos modelos de integração das ferramentas BIM no processo de formação em arquitetura, de preferência assente no projeto do aluno para a UC de "projeto".

Bibliografia Principal limite 3000 caracteres

- AEC. 2012. AEC (UK) BIM Protocol. Architectural, Engineering and Construction. [Online] 2012. <https://aecuk.files.wordpress.com/2012/09/aecukbimprotocol-v2-0.pdf>.
- Alfred, Oluwole. 2011. A preliminary review on the legal implications of BIM and model ownership. ITcon. [Online] 2011. <http://www.itcon.org/2011/40>.
- BIM Task Group. 2014. BIM Task Group Website. [Online] 2014. <http://www.bimtaskgroup.org/>.
- BIMForum. 2013. Model Development Specification. 2013.
- Bjørkhaug, Lars e Bell, Håvard. 2007. ifd:IFD In A Nutshell. IFD Library for BuildingSMART. [Online] 2007. [dev.ifd-library.org](http://dev.ifd-library.org).
- Bolpagni, Marzia. 2013. The implementation of BIM within the public procurement. s.l. : VTT Technical Research Centre of Finland, 2013.
- Bryde, David, Broquetas, Marié e Volm, Jürgen Marc. 2013. The project benefits of Building Information Modelling (BIM). International Journal of Project Management. s.l. : Elsevier, 2013.
- BuildingSMART. 2014. MVD Overview summary. BuildingSMART. [Online] 2014. <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/mvd-overview/mvd-overview-summary>.
- . 2013. Open BIM Focus - A Giant Leap Forward for openBIM. openBIM NETWORK. [Online] 2013. <http://www.buildingsmart.org.uk/open-bim-focus-issue-10>.
- CADD. 2014. COBie Extension. CADD Microsystems, Inc. [Online] 2014. <http://www.caddmicrosystems.com/cobieextension/help/index.html>.
- Chapman, Ian. 2013. An introduction to Uniclass2. National Building Specification. [Online] 2013. <http://www.thenbs.com>.
- CIC. 2013. Planning guide for facility owners. s.l. : The Computer Integrated Construction Research Program, 2013.



**FACULDADE DE  
ARQUITETURA**  
Universidade de Lisboa

FICHA DE UNIDADE CURRICULAR

—, 2011. Project Execution Planning Guide. The Computer Intergrated Constrution Research Program. [Online] 2011. <http://bim.psu.edu/>.

Costa, António Aguiar. 2015. PTPC na CT 197: A indústria do lado da Normalização BIM. Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção. [Online] 2015. <http://www.ptpc.pt/index.php/pt/400-ptpc-na-ct-197-a-industria-do-lado-da-normalizacao-bim>.

East, William. 2007. Construction Operations Building Information Exchange (COBIE) - Requirements Definition and Pilot Implementation Standard. [Online] 2007. [www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA491932](http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA491932).

RIBA. 2012. BIM Overlay to the RIBA Outline Plan of Work. Royal Institute of British Architects. [Online] 2012. <http://www.architecture.com/Files/RIBAProfessionalServices/Practice/General/BIMOverlaytotheRIBAOOutlinePlanofWork2007.pdf>.

Sacks, Rafael, Eastman, Charles M. e Lee, Ghang. 2003. Parametric 3D modeling in building construction with examples from precast concrete. Automation in Construction. s.l. : Elsevier, 2003. pp. 291-312.

Suocar, Bilal. 2009. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. [Online] 2009. [www.elsevier.com/locate/autcon](http://www.elsevier.com/locate/autcon).

Bibliografia Complementar limite 3000 caracteres

Avaliação (elementos e critérios) limite 900 caracteres

A Avaliação será contínua, incluindo a realização de trabalho individual, sob a forma de relatório crítico, centrado nos modelos de integração das ferramentas BIM no processo de formação em arquitetura.

A classificação final decorre de: apreciação do Trabalho Individual (80%); Apresentação e defesa do exercício (20%); Assiduidade e participação nas aulas (10%).

Data de actualização

Última actualização em: 15 de maio de 2018

## ANEXO C

### Entrevista ao professor Arto Kiviniemi

#### Questions for Professor Arto Kiviniemi regarding the Masters in BIM:

- 1) What is the Master's in Building Information Modeling all about?
- 2) What are the main goals of this master's degree?
- 3) When was this master's degree implemented and why was it?
- 4) Some colleges are taking a softer approach like implementing BIM in some subjects.  
Why not use this approach instead of a masters fully focused on the subject?
- 5) How many students usually take these master's degree, per year?
- 6) When you started this master's in Building Information Modeling; which were the main resources needed?
- 7) All the professor who teach this master's degree were hired for the master in question or they already taught in the University and seized to work in BIM?
- 8) Does this masters include all the dimensions of BIM? If not, why?

25/ 06/ 2018, Lisbon

Thank you so much for your time,

Beatriz M. Caldeira

**Respostas do Professor Arto Kiviniemi, 27/ 06/ 2018:**

1) The MSc Building Information Modelling (BIM) programme has been developed for students or practitioners from architecture, engineering or construction professions seeking to develop skills in the theory and practice of BIM in design and construction. The teaching is primarily research led supplemented by visiting lectures, seminars and projects from leading professionals and researchers in the field. The focus is not in the software training, but in the fundamental concepts of BIM, current industry challenges and opportunities, business value of BIM and integrated design, interoperability, lean design and construction, and building life-cycle management.

2) The programme will give competences needed in becoming a BIM expert; e.g. developing a BIM strategy for companies, managing BIM implementation in companies and integrated BIM projects... One career option is also academia, both education and research.

3) This is the second MSc BIM programme I have implemented. The first was in the University of Salford where I started in 2010 to develop the MSc BIM and Integrated Design programme in the School of Built Environment which started in 2011. In 2013 I moved to the School of Architecture in the University of Liverpool and the programme started in 2014, first on our campus in London and in 2016 on our main campus in Liverpool. The main reason for the BIM programmes is the need of BIM experts in the industry, see #4.

4) The industry needs BIM experts who can manage the change from document-based, fragmented and sub-optimised processes to model-based, more integrated and collaborative processes.

This of course does not mean that every architect, engineer, project manager, or other AEC professional must be a BIM expert. Therefore it is crucial to implement BIM also as a part of the traditional education. However, it is actually more challenging than establishing a new programme focusing on BIM specialism. The reason is that most of the university teachers and professors do not know much about BIM and therefore do not know how to integrate it in their teaching. Unfortunately in many universities BIM education means actually software training, which in my opinion should not be the focus

in higher education. In addition, unfortunately in many cases the existing staff, who does not know BIM, can not only ignore it, but actively resist its inclusion to the teaching.

The students of course need the practical skills too, but the focus must be in “why” and “what” rather than how, because the software features are changing rapidly. Concepts are long-lasting and thus more important. In my programmes the first semester focuses totally on concepts, the second semester includes also “hands-on” elements.

5) In Salford the School of Built Environment was a multi-disciplinary environment, and the programme grew quite rapidly; in the first year 17 students, in the second 90+ and in the third 110+, which was clearly too much compared to the available teaching resources. In Liverpool the programme is part of traditional School of Architecture, and the interest (and number of potential participants) has not been as high. This year we have 7 students and next year probably 10+, which starts to be on a feasible level.

6) Competent teachers, which is really challenging as there is lack of people who really understand BIM, and the academia must compete with the industry, which can provide better benefits, especially for junior people (the lecturer salaries are quite low compared to the workload). I have used quite a lot of visiting lecturers from the industry and other universities to fill the gap.

Software vendors usually provide the software for free and most of the hardware is already sufficient for the BIM software when you do relatively small projects (as students usually do). I have also used software vendors to give some training sessions to the students on the second semester.

7) In both Salford and Liverpool I was hired specifically for the BIM teaching and research. In Liverpool I am still the only BIM expert and have managed the whole programme alone. In Salford we had a small BIM team, but all the other people were at the university already before I was hired and had also some other teaching obligations.

8) BIM is such a wide area that it is impossible to include all the dimensions in a one year masters’ programme. In addition, nobody is able to cover all the aspects of BIM, meaning that even if you would have unlimited time, you would need a huge team of experts. The idea of the programme is to give sufficient understanding of BIM which then can be used to develop a deeper expertise on some specific area after the studies.

## ANEXO D

### Entrevista ao arquiteto António Pina

#### Perguntas para a ConcepsysBIM relacionadas com a Dissertação Final de Mestrado em Building Information Modeling:

- 1) Portugal ainda não tem qualquer formalização BIM, porquê criar a Concepsys BIM? Há quantos anos estão em funcionamento?
- 2) Quais os valores/ missão da ConcepsysBIM
- 3) Do website da Concepsys – *“Desde o início, a Concepsys utilizou as mais recentes tecnologias de gerenciamento e design de projetos disponíveis como um dos principais aspectos diferenciadores de seus negócios. O controle de projetos e construção, a comunicação em equipe, incluindo clientes e contratados, foram desenvolvidos por meio das ferramentas de comunicação mais eficientes, especialmente a uma distância. Este aspecto, que permanece até hoje, reflete diretamente o custo dos serviços, os níveis de desempenho e a qualidade geral.”* – Diriam que esta é a vossa definição de uma metodologia BIM?
- 4) Do website da ConcepsysBIM – *“Nos últimos anos mantivemos um contacto diário e directo com empresas nos diversos ramos de actividade no sector da construção por todo o país.”* - Como definem sucesso em Portugal? E Internacionalmente?
- 5) Quais os vossos principais serviços para as empresas/ ateliers de arquitetura? A vossa abordagem altera conforme a dimensão da empresa?
- 6) Como se posiciona a ConcepsysBIM relativamente à incorporação do BIM no currículo académico?
- 7) ArchiCAD ou Revit?

#### Perguntas para o Arquiteto António Pina:

- 1) Arquiteto de formação, o que o levou a ser um consultor BIM?
- 2) Quando acha que Portugal formalizará o BIM na indústria da AEC?

- 3) Como se posiciona relativamente à incorporação do BIM no currículo académico?
- 4) Na sua opinião qual é a principal mais valia do BIM?

**27/ 08/ 2018, Lisboa**

**Grata pela disponibilidade,  
Beatriz M. Caldeira**

**Respostas do Arquiteto António Pina, 27/ 08/ 2018:**

O arquiteto António Pina respondeu a todas as perguntas num regime de entrevista à qual preferiu que as respostas não ficassem registadas em anexo. Uma vez escrito o subcapítulo dedicado à Concepsys e ConcepsysBIM, foi apresentado ao arquiteto as páginas 70, 71, 72, 73, 74 e 79, as quais este aprovou.

## ANEXO E

### Requalificação da Foz do Lizandro

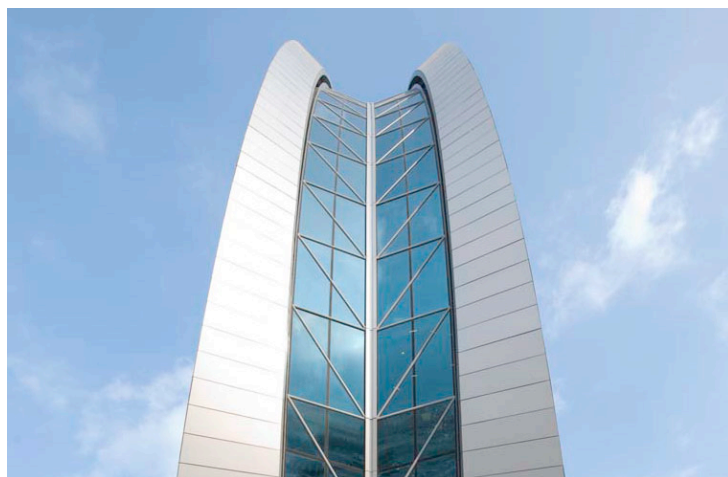
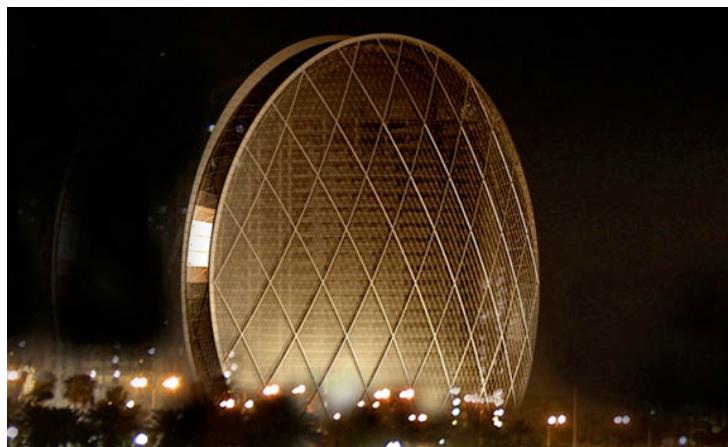
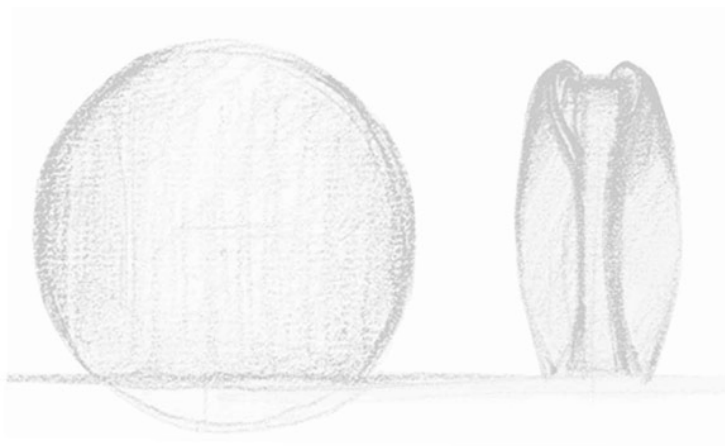
Registo Fotográfico



## ANEXO F

### Aldar Headquarters

Registo Fotográfico



# ANEXO G

## Barangaroo Headland Park Foreshore

Registo Fotográfico



## ANEXO H

### Inquérito aos alunos do curso Mestrado Integrado em Arquitetura

[Formulário Google](#)

## Aplicabilidade do sistema BIM no ensino

Na sequência de desenvolvimento de uma tese de mestrado na Faculdade de Arquitetura de Lisboa, apresento o seguinte inquérito no contexto de estudo de mercado relativo à aplicabilidade do sistema BIM no ensino dos cursos de Mestrado Integrado em Arquitetura. O inquérito é anónimo, dirige-se aos alunos de todos os anos dos cursos Mestrado Integrado em Arquitetura com especialização em Arquitetura e em Urbanismo e tem a duração de cerca de 5 - 7 minutos.

\*Obrigatório

Género? \*

- Feminino
- Masculino

Idade? \*

A sua resposta

---

Qual o teu curso? \*

- Mestrado Integrado em Arquitetura com especialização em Arquitetura
- Mestrado Integrado em Arquitetura com especialização em Urbanismo

Em que ano te encontras? \*

- 1º ano
- 2º ano
- 3º ano
- 4º ano
- 5º ano

Quais os softwares que utilizas na faculdade regularmente? \*

- AutoCAD
- ArchiCAD
- Revit
- Rhino
- Sketchup
- 3DS MAX
- Outra: \_\_\_\_\_

Quantas horas disponibilizas na projeção de um desenho técnico/ projeto completo (ex: Planta Piso Térreo)? \*

- 1h - 3h
- 3h - 6h
- 6h - 9h
- Outra: \_\_\_\_\_

Sabes o que é o Building Information Modeling (BIM)? \*

- Sim, tenho uma vaga ideia
- Sim, já estudei sobre o assunto
- Sim, utilizo como método de trabalho o BIM
- Não

Como soubeste do BIM? \*

- Numa aula do meu curso
- Por um amigo
- No trabalho
- Num artigo
- Num curso extracurricular, fora da FA
- Num curso extracurricular, na FA
- Outra: \_\_\_\_\_

### Com que frequência utilizas softwares BIM?

- Esporadicamente
- Para casos específicos
- Regularmente
- Raramente, não gostei da experiência em BIM
- Não utilizo
- Outra: \_\_\_\_\_

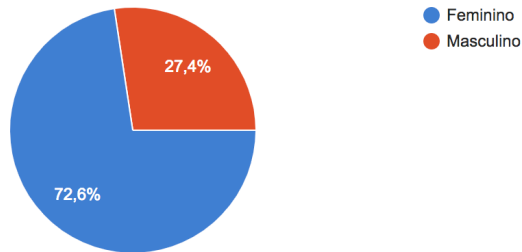
ANTERIOR

SUBMETER

### Estatísticas Google

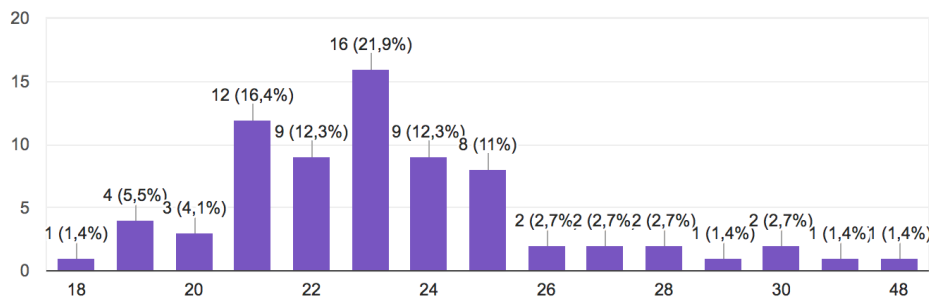
#### Género?

73 respostas



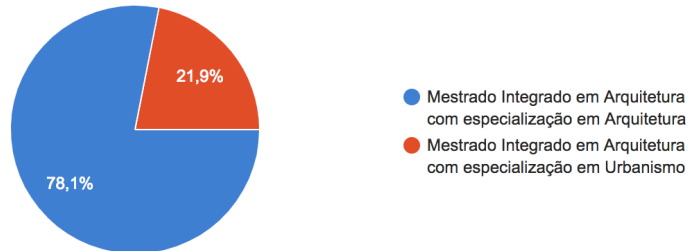
#### Idade?

73 respostas



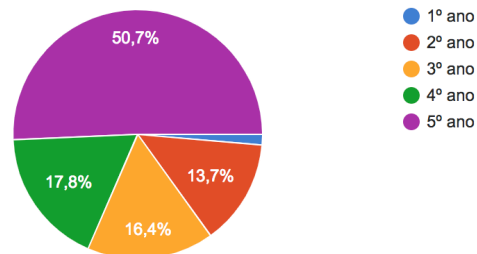
### Qual o teu curso?

73 respostas



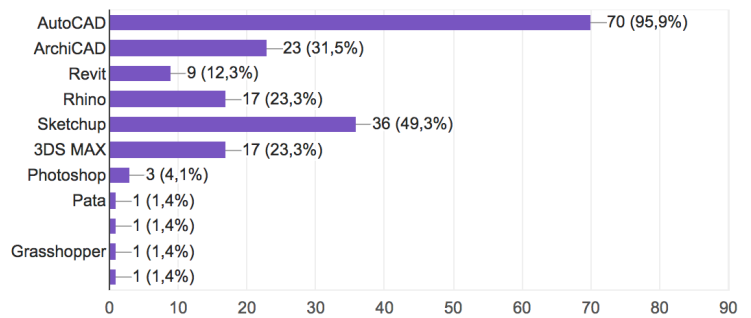
### Em que ano te encontras?

73 respostas



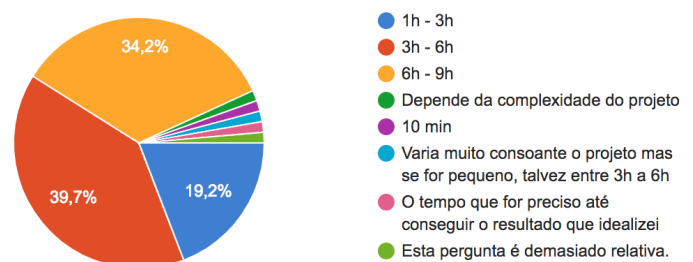
### Quais os softwares que utilizas na faculdade regularmente?

73 respostas



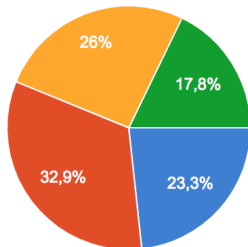
### Quantas horas disponibilizas na projeção de um desenho técnico/ projeto completo (ex: Planta Piso Térreo)?

73 respostas



### Sabes o que é o Building Information Modeling (BIM)?

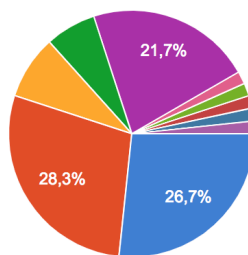
73 respostas



- Sim, tenho uma vaga ideia
- Sim, já estudei sobre o assunto
- Sim, utilizo como método de trabalho o BIM
- Não

### Como soubeste do BIM?

60 respostas

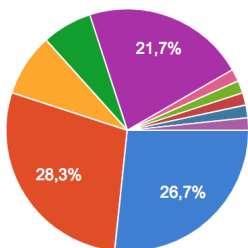


- Numa aula do meu curso
- Por um amigo
- No trabalho
- Num artigo
- Num curso extracurricular, fora da FA
- Num curso extracurricular, na FA
- Pq estudas arquitetura e sabes o q...
- meios de comunicação

▲ 1/2 ▼

### Como soubeste do BIM?

60 respostas

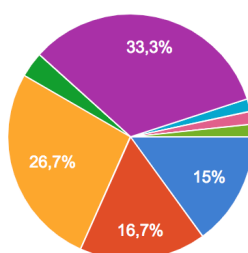


- Erasmus
- Por iniciativa e interesse próprio na inovação e tecnologia
- Numa conferência na roca

▲ 2/2 ▼

### Com que frequência utilizas softwares BIM?

60 respostas



- Esporadicamente
- Para casos específicos
- Regularmente
- Raramente, não gostei da experiência em BIM
- Não utilizo
- Frequentemente, no dia a dia
- Estou a tentar passar todo o meu processo de trabalho para BIM
- Fora do regime da FA, para cálculo...

## ANEXO I

# Inquérito aos alunos participantes em programas de mobilidade, de Lisboa

Formulário Google

## BIM no ensino internacional

Na sequência de desenvolvimento de uma tese de mestrado na Faculdade de Arquitetura de Lisboa, é-vos apresentado o seguinte inquérito no contexto de estudo de mercado relativo à aplicabilidade do sistema BIM no ensino internacional.

O inquérito é anónimo, dirige-se aos alunos que estiveram em Erasmus ou outros protocolos de mobilidade e cooperação internacional, de todos os anos dos cursos Mestrado Integrado em Arquitetura com especialização em Arquitetura, em Urbanismo e em Interiores e Reabilitação de Edificado.

Tem a duração de cerca de 5 - 7 minutos.

\*Obrigatório

Género? \*

- Feminino  
 Masculino

Idade? \*

A sua resposta

Qual o teu curso? \*

- Mestrado Integrado em Arquitetura com especialização em Arquitetura  
 Mestrado Integrado em Arquitetura com especialização em Urbanismo  
 Mestrado Integrado em Arquitetura com especialização em Interiores e Reabilitação de Edificado

Quando estiveste fora? \*

- Regime de Licenciatura  
 Regime de Mestrado

País e cidade de destino? \*

A sua resposta

Quanto tempo estiveste em regime de mobilidade? \*

- 4 - 6 meses
- 6 - 12 meses
- > 12 meses

Quais os softwares que utilizas na faculdade regularmente? \*

- AutoCAD
- ArchiCAD
- Revit
- Rhino
- Sketchup
- 3DS MAX
- Outra: \_\_\_\_\_

Quais softwares/ programas que tiveste contacto e/ou descobriste em Erasmus? \*

A sua resposta \_\_\_\_\_

Quais os softwares que os teus colegas (na instituição para onde foste) utilizavam regularmente? \*

A sua resposta \_\_\_\_\_

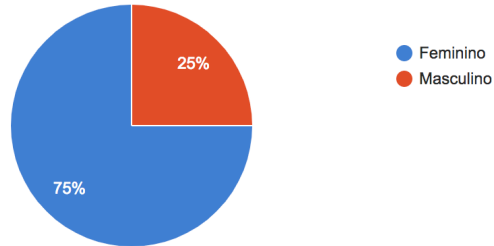
Tiveste algum contacto com o BIM ou softwares BIM na tua mobilidade (Revit, ArchiCAD, entre outros)? \*

- Sim, brevemente
- Sim, abordamos a temática nas aulas
- Sim, utilizávamos como método de trabalho o BIM
- Não
- Outra: \_\_\_\_\_

**SUBMETER**

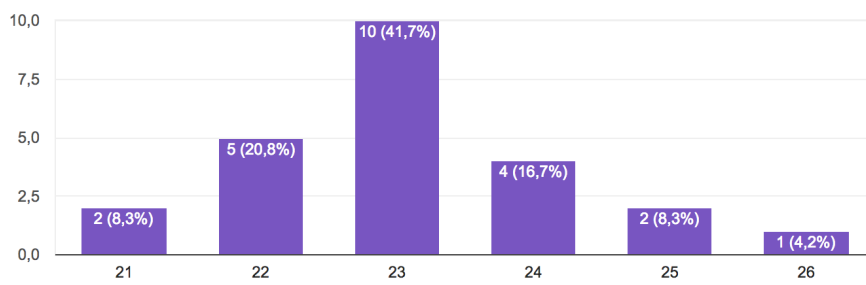
### Género?

24 respostas



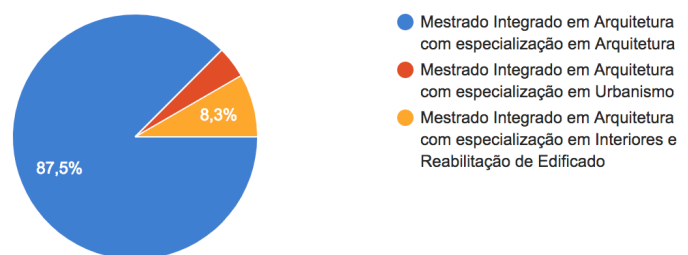
### Idade?

24 respostas



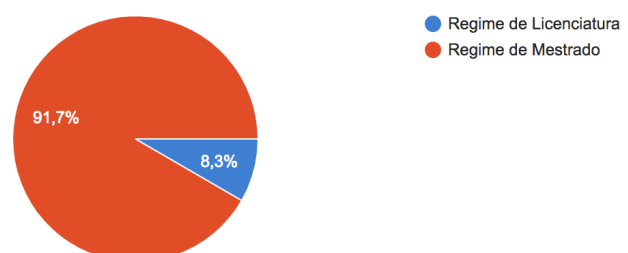
### Qual o teu curso?

24 respostas



### Quando estiveste fora?

24 respostas



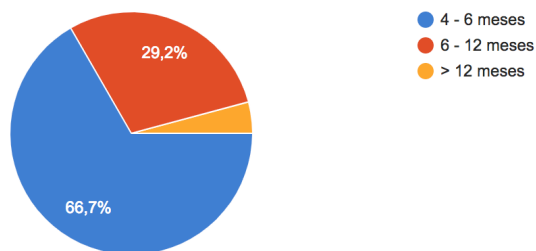
## País e cidade de destino?

24 respostas

Itália, Milão
Hungria, Budapeste
Itália, Turim
Eslovénia - Ljubljana
Argentina, Buenos Aires
Milão, Itália
Espanha
oslo
Petrópolis- Brasil
Itália, Bolonha
Milão, Itália
Milão - Itália
Bélgica, Gent
Espanha Madrid
Itália, Roma
Oslo, Noruega
Austria - Graz
Noruega, Oslo
Ljubljana
Brasil, Rio de Janeiro
República checa
México, Cidade do México
Suécia
Espanha, Barcelona

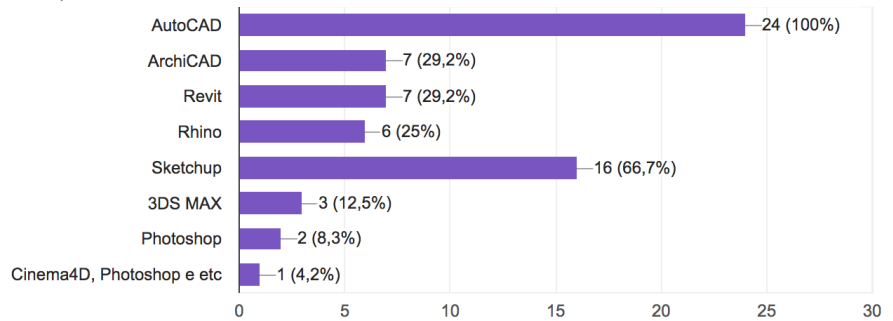
## Quanto tempo estiveste em regime de mobilidade?

24 respostas



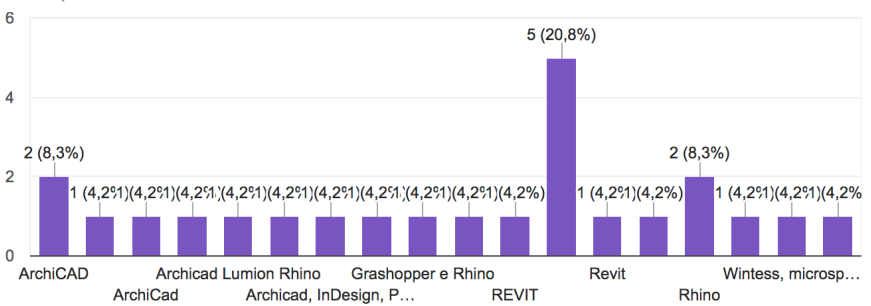
### Quais os softwares que utilizas na faculdade regularmente?

24 respostas



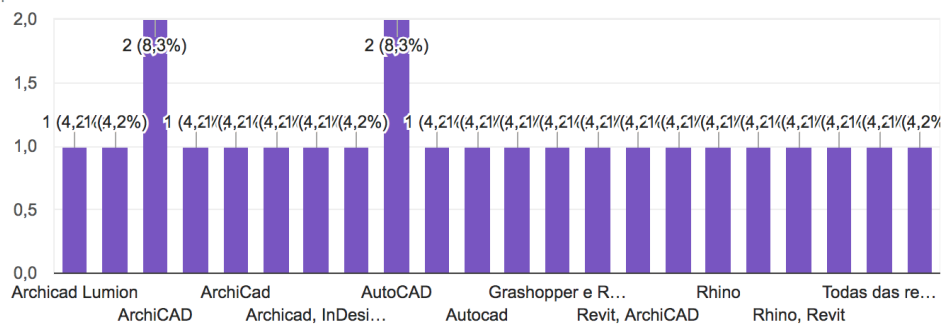
### Quais softwares/ programas que tiveste contacto e/ou descobriste em Erasmus?

24 respostas



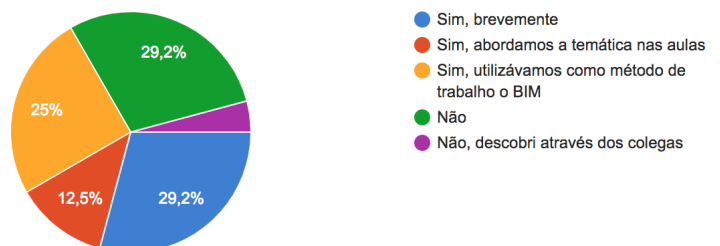
### Quais os softwares que os teus colegas (na instituição para onde foste) utilizavam regularmente?

24 respostas



### Tiveste algum contacto com o BIM ou softwares BIM na tua mobilidade (Revit, ArchiCAD, entre outros)?

24 respostas





# 06 |

## BIBLIOGRAFIA



## 06 | BIBLIOGRAFIA

AGUIAR, A. – **BIM: o ensino do BIM em Portugal.** Construção Magazine. Num. 9  
2015 (online)

Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/290449321\\_A\\_Implementacao\\_do\\_Ensin\\_o\\_do\\_BIM\\_em\\_Portugal](https://www.researchgate.net/publication/290449321_A_Implementacao_do_Ensin_o_do_BIM_em_Portugal)

AIA - **From Cad to BIM: Exploring the Paradigm Shift in Architectural Engineering Education.** 2008 (online)

Disponível em:

<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab081602.pdf>

ARCHDAILY BR – **Nossa entrevista a Oscar Niemeyer.** ArchDailyBr. 5 de  
Dezembro 2012 (online)

Disponível em:

<https://www.archdaily.com.br/br/01-76379/nossa-entrevista-a-oscar-niemeyer>

AZHAR, S. - **Building information modeling (BIM): now and beyond.**  
**Australasian Journal of Construction Economics and Building.** 2012 (online)

Disponível em:

<http://epress.lib.uts.edu.au/journals/index.php/AJCEB/article/download/3032/3245>

BARRISON, M., SANTOS, E. - **Ensino de BIM: tendências atuais no cenário Internacional.** Gestão e Tecnologias de Projeto. Volume 6, num. 2,  
2011 (online)

Disponível em:

<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/51011/55078>

BIMAGE. – **BIM Modeling Services**. 2018 (online)

Disponível em:

<http://www.bimageconsulting.com>

CABRAL, M., BORGES, V. – **Relatório profissão: arquiteto/a – Estudo promovido pela Ordem dos Arquitetos**. Universidade de Lisboa, Instituto de Ciências Sociais. Lisboa, 2006 (online)

Disponível em:

<http://www.arquitectos.pt/documentos/1164322770I3pQH2qr9Wg02JR3.pdf>

CABRAL, C. – **Zoom-in, Zoom-out: Escala Arquitectónica e Tecnologia Digital**. SIGRADI – Design in Freedom. 2006 (online)

Disponível em:

[http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2006\\_p017c.content.pdf](http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2006_p017c.content.pdf)

CONCEPSYS. – **Sobre nós, valores e práticas**. 2018 (online)

Disponível em:

<http://www.concepsys.pt>

COSTA, A., AZENHA, M. – **PTBIM: 2º Congresso Português de Building Information Modeling**. Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa. ACTA 2018 (online)

Disponível em:

<http://www.ptbim.org/>

DELATORRE, V. - **Potencialidades e limites do BIM no ensino de Arquitetura: Uma proposta de implementação**. UFSC. 2014 (online)

Disponível em:

<https://repositorio.usfc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/129044/328350.pdf>

DUELL, R., HATHORN, T. R. - **Autodesk Revit Architecture 2015 Essentials: Autodesk Official Press**. Indianapolis: Sybex, 2014.

EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R. e LISTON, K. - **BIM Handbook**. 2ª ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.

GOLDMAN, M. - **The Collaborative Power of BIM**. The Blue Book. Maio 2012 (online)

Disponível em:

<http://www.slideshatr.net/hellomarc/the-collaborative-power-of-bim>

HOLZER, D. - **The BIM Manager's Handbook: Guidance for Professional Architecture, Engineering and Construction**. Sussex: Wiley, 2016.

KANETA, T., FURUSAKA, S., TAMURA, A., DENG, N. — **Overview of BIM Implementation in Singapore and Japan**. Jornal of Civil Engineering and Architecture. 2016 (online)

Disponível em:

<https://www.davidpublisher.org/Public/uploads/Contribute/588809f90b1b8.pdf>

KENSEK, K., NOBLE, D. - **Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice**. 1ª edi. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2013.

KOCATURK, T., KIVNIEMI, A. — **Challenges of Integrating BIM in Architectural Education**. BIM – Computation and Performance. Vol. 2, 2013 (online)

Disponível em:

[http://papers.cumincad.org/data/works/att/ecaade2013\\_034.content.pdf](http://papers.cumincad.org/data/works/att/ecaade2013_034.content.pdf)

KOSTOF, S. — **The Architect: Chapters in the History of the Profession**. 2ª edi. Oxford, England: Oxford University Press, 2001.

MACIEL, J. – **Vitrúvio: Tratado de Arquitetura**. 1ª edi. Lisboa, Portugal: IST Press, 2006.

MAGALHÃES, C. - **Breve História da Geometria Descritiva**. Carlos Magalhães Webnode. 2015 (online)

Disponível em:

<http://carlosgeometria.webnode.pt/breve-historia-da-geometria/>

OLIVEIRA, F. – **Out of the BOX: into the BIM, the limits and paradoxes of creative thinking and the new frontiers for the architecture teaching**. CIAUD, Lisboa: Faculdade de Arquitetura, 2018.

ORDEM DOS ARQUITETOS. – **Regulamento de Deontologia e Procedimento Disciplinar**. Diário de Notícias. 2ª série, num. 62, 2016 (online)

Disponível em:

<http://www.arquitectos.pt/documentos/1460551632K6kEE4pa0Zz71VH3.pdf>

ORDEM DOS ARQUITETOS. – **Trabalhar com um Arquiteto**. Ordem dos Arquitetos SRN. 2014 (online)

Disponível em:

[www.oasrn.org/pdf-upload/trab.pdf](http://www.oasrn.org/pdf-upload/trab.pdf)

ORDEM DOS ARQUITETOS. – **Introdução ao BIM**. Ordem dos Arquitetos SRS. 2018 (online)

Disponível em:

<http://www.oasrs.org/o-que-faz/formacao/47/>

QUIRK, V. - **A Brief History of BIM**. ArchDaily. 7 de Dezembro 2012 (online)

Disponível em:

<http://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim/>

SAINZ, J., VALDERRAMA, F. - **Infografía y Arquitectura: dibujo y proyecto asistido por Ordenador**. Madrid: Ed. Nerea, 1992.

SANTOS, A. - **Até o fim da década, BIM estará em todos os projetos**. BIM, Brazil Road Expo. DNIT 2014 (online)

Disponível em:

<http://www.cimentoitambem.com.br/ate-o-fim-da-decada-bim-estara-em-todos-os-projetos/>

SARKAR, D., RAGHAVENDRA, HB., RUPARELINA, M. – **Role of Key Performance Indicators for evaluating the usage of BIM as tool for Facility Management of Construction Projects**. International Journal of Civil and Structural Engineering. Vol. 5, num. 4, 2015 (online)

Disponível em:

[www.ipublishing.co.in/jcserarticles/twelve/articles/volfive/EIJCSE5034.pdf](http://www.ipublishing.co.in/jcserarticles/twelve/articles/volfive/EIJCSE5034.pdf)

SHULER, D., MUKAI, H. - **Apostila Desenho Técnico**. FAG – Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel: PR, Brasil, 2008.

SILVA, J. M. - **Princípios para o desenvolvimento de projetos com recurso a ferramentas BIM**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2013.

SUCCAR, B. - **Building Information modeling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction. 2009 (online)

Disponível em:

[www.elsevier.com/locate/autcon](http://www.elsevier.com/locate/autcon)

TOUSSAINT, M. – **Da Arquitetura à Teoria. Teoria da Arquitetura na primeira metade do século XX**. Casal da Cambra, Portugal: Caleidoscópio, 2013.

UNIVERSIDADE DE LISBOA. – **DESPACHO N° 4724/ 2018: Alteração do Mestrado Integrado em Arquitetura.** Diário de Notícias. 2ª série, num. 92 (2018) (online)  
Disponível em:  
<https://dre.pt/application/conteudo/115299177>

UNIVERSIDADE DE LISBOA. – **DESPACHO N° 305/ 2018: Estatutos da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa.** Diário de Notícias. 2ª série, num. 4 (2018)  
(online)  
Disponível em:  
<https://dre.pt/application/conteudo/114467589>

VIVIAN, D., PEREIRA, A. - **BIM no currículo de Arquitetura: Visões e reflexões para uma implementação.** SIGRADI – Design in Freedom. Vol. 1, num. 8 (2014)  
(online)  
Disponível em:  
<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/bim-no-currculo-de-arquitetura-vises-e-reflexes-para-uma-implementao-14292>

WILLIAMS, A., LEES, T. – **Building Information Modeling Teaching Possibilities.** University of Salford, 2009.

WING, E. - **Autodesk Revit Architecture 2015: No Experience Required.** Indianapolis: Sybex, 2014.

WONG, A., WONG, F., NADEEM, A. - **Comparative Roles of Major Stakeholders for the Implementation of BIM in Various Countries.** (online)  
Disponível em:  
[http://www.academia.edu/671734/Comparative\\_Roles\\_of\\_Major\\_Stakeholders\\_for\\_the\\_Implementemplement\\_of\\_BIM\\_in\\_Various\\_Countries](http://www.academia.edu/671734/Comparative_Roles_of_Major_Stakeholders_for_the_Implementemplement_of_BIM_in_Various_Countries)

XAVIER, S. - **O Desenho Arquitectónico Auxiliado por Computador. Um caso prático: A Westechster House de Richard Meier. Monografia de conclusão do Curso de Especialização em Desenho.** UFPEL: Pelotas, 2004

ZULFIKAR, A., THORPE, T. – **How Universities are teaching BIM: a review and case study from the UK.** ITcon. Vol. 21, pág. 119-139, 2014 (online)

Disponível em:

<http://www.itcon.org/2016/8>

