

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional



UNIVERSIDADE D  
COIMBRA



# Avaliação de maturidade BIM ao nível organizacional

Projeto DigitalSteel

ACIV - UC

dezembro de 2021

---

## Sumário executivo

O presente estudo foi desenvolvido no âmbito do projecto DigitalSteel tendo em vista identificar e propor um procedimento que:

- (i) permita a auto-avaliação do nível de maturidade BIM ao nível e uma organização;
- (ii) permita identificar áreas onde as melhorias são mais prementes;
- (iii) constitua a base para a atribuição de um selo internacional de reconhecimento de maturidade BIM organizacional.

# Conteúdo

<b>Conteúdo</b>	<b>iii</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objectivos	1
1.3 Metodologia	2
<b>2 Revisão bibliográfica relativa a modelos OAM</b>	<b>3</b>
2.1 Generalidades	3
2.2 Modelos OAM existentes	4
2.2.1 UK Maturity model	4
2.2.2 Owner's BIM Assessment Profile (BIMAP)	4
2.2.3 NBIMS Capability Maturity Model (NBIMS-CMM)	6
2.2.4 Owner's BIM competency assessment tool (BIMCAT)	8
2.2.5 Modelo de maturidade BIM para a indústria nacional	11
2.2.6 BIM maturity matrix (BIMMMI)	14
2.2.7 IU BIM Proficiency Index	18
2.2.8 BIM Quick Scan	20
2.3 Análise crítica resumida dos modelos OAM existentes	23
<b>3 Modelo para avaliação de maturidade BIM ao nível organizacional</b>	<b>25</b>
3.1 Modelo de maturidade BIM	25
3.2 Selo de maturidade BIM	35
<b>Bibliografia</b>	<b>37</b>



# 1. Introdução

## 1.1 Enquadramento

Maturidade pode ser definido como condição de pleno desenvolvimento ou último estado de desenvolvimento. Já um *nível de maturidade* pode ser encarado como um patamar evolucionário claramente definido que institucionaliza novas capacidades da forças de trabalho de uma organização num dado domínio. Desta forma podem ser identificados níveis de maturidade correspondentes à ausência de capacidades (imaturidade) até à maturidade plena. Um *modelo de maturidade BIM* é um sistema de classificação que visa avaliar o nível de maturidade no domínio do BIM, ou seja, o quão próximo ou distante a implementação BIM atingiu o ultimo estado de desenvolvimento. O interesse em modelos de maturidade decorre essencialmente:

- (i) da necessidade de gerir eficientemente alterações ao nível organizacional, como é o caso das alterações que a indústria da AECO enfrenta como consequência do actual movimento de digitalização, permitindo levar a cabo uma auto avaliação que conduz à identificação dos pontos fortes, onde o investimento é menos premente, e dos pontos fracos, onde o investimento é mais premente;
- (ii) da necessidade de entidades contratantes avaliarem a capacidade de entidades a contratar para fornecer serviços,<sup>1</sup> como é o caso dos donos de obra relativamente às entidades envolvidas num dado empreendimento.

## 1.2 Objectivos

Podem ainda identificar-se diversas tipologias de modelos de maturidade BIM sendo as tipologias mais comuns [5, 16]:

---

<sup>1</sup>O primeiro modelo de maturidade foi desenvolvido na década de 80 a pedido do Departamento de Defesa dos EUA para avaliar a maturidade das empresas contratadas para desenvolver software e desta forma tentar resolver os atrasos à data comuns na entrega destes serviços identificando as empresas com efectiva capacidade para os desenvolver nos prazos a que se propunham.

- 
- (i) modelos de avaliação de projectos (*project assessment models, PAM*): vocacionados para avaliar o nível de maturidade BIM em projetos específicos ao nível das múltiplas especialidades/usos;
  - (ii) modelos de avaliação de organizações (*organization assessment models, OAM*): vocacionados para avaliar o nível de maturidade BIM ao nível dos seus processos;
  - (iii) modelos para avaliar o nível de maturidade ao nível de um mercado ou país.

O modelo de maturidade pretendido no âmbito do projecto DigitalSteel enquadra-se na tipologia OAM para efeito de gestão de alterações organizacionais pelo que será esta a tipologia abordada.

### 1.3 Metodologia

A metodologia adoptada consistiu numa revisão bibliográfica em dois passos. Num primeiro passo a revisão bibliográfica visou identificar os modelos de maturidade BIM que se podiam enquadrar na tipologia OAM desenvolvidos até à data. Numa segunda fase, os documentos disponíveis de suporte dos modelos OAM identificados foram estudados tendo em vista avaliar a sua adequação para adopção como metodologia no âmbito do projecto DigitalSteel, nomeadamente tendo em consideração as características:

- (i) aplicação fácil e desambigua;
- (ii) abrangência de todas as dimensões relevantes do BIM;
- (iii) adaptado às especificidades nacionais mas permitir igualmente avaliar o posicionamento internacional;
- (iv) permita fornecer uma medida de maturidade absoluta mas também relativa em relação ao mercado;
- (v) permita identificar linhas de acção de melhoria de maturidade BIM;
- (vi) seja identificado como um modelo de referencia a nível internacional.

## 2. Revisão bibliográfica relativa a modelos OAM

### 2.1 Generalidades

De acordo com a bibliografia da especialidade [18, 5, 1, 9] actualmente os OAM mais estabelecidos são:

- (i) UK Maturity model (2008) [2];
- (ii) National Building Information Modeling Standard Capability Maturity Model (NBIMS-CMM) [11];
- (iii) IU BIM Proficiency Index (2009) [12];
- (iv) BIM Quick Scan (2010) [15];
- (v) BIM maturity matrix (BIMMMI, 2010 [17];
- (vi) Owner's BIM Assessment Profile (BIMAP, 2013) [3];<sup>1</sup>
- (vii) Owner's BIM competency assessment tool (BIMCAT, 2013) [8];
- (viii) BIM Cloud Score (2013) [6].

Além destes OAM pode deve ainda ser feita referência ao trabalho desenvolvido por Pontes (2016) [14] para a realidade nacional com o apoio da CT197BIM mas que, por falta de normalização aplicável em Portugal, não apresenta especificidades da realidade Portuguesa.

---

<sup>1</sup>O BIMAP é a base de uma ferramenta gratuita de avaliação de maturidade BIM online disponibilizada em <https://bimconnect.org/en/bim-profiler/> vocacionada para avaliação da maturidade BIM de organizações de e outra ferramenta gratuita desenvolvida pela ARUP e disponibilizada no site da BuildingSMART (<https://www.buildingsmart.org/users/services/bim-maturity-assessment/>) vocacionada para avaliação da maturidade BIM ao nível de um projeto individual.

---

## 2.2 Modelos OAM existentes

Apresenta-se nesta secção uma análise sumária dos modelos OAM de acordo com a informação disponível.

### 2.2.1 UK Maturity model

A primeira versão do UK Maturity model foi proposta por Bew e Richards (2008) [2]. Posteriormente foram desenvolvidas diversas versões deste modelo sendo a versão mais recente a que se pode facilmente relacionar a proposta pela PAS 1192-2 [13] (já revogada), ver Fig. 2.1.

De acordo com este modelo, avaliação do nível de maturidade é levada a cabo através da verificação do cumprimento ou não das disposições normativas do Reino Unido o que tem como vantagem adaptar o modelo às especificidades locais mas tem como desvantagem não medir a performance organizacional.<sup>2</sup>

A EN ISO 19650-1 [7] substituiu a PAS 1192-2 [13] e apresenta igualmente um modelo de maturidade (Fig. 2.2) mas este é mais abstracto.

Este modelo já está obsoleto mas apresenta-se porque representa uma tipologia de fácil compreensão adequada para contextos onde a normalização BIM está aprofundada e pode ser facilmente entendido pelas partes interessadas.

### 2.2.2 Owner's BIM Assessment Profile (BIMAP)

No âmbito do guia desenvolvido pela Pennsylvania State University designado *Organizational BIM Assessment Profile* (BIMAP) tendo em vista o desenvolvimento de estratégias para integrar o BIM em organizações [4] é proposto uma ferramenta para avaliação da maturidade BIM suportada por uma folha de MS Excel que adopta seis dimensões para a avaliação:

- (i) estratégia;
- (ii) usos BIM;
- (iii) processos;
- (iv) informação;
- (v) infraestrutura;
- (vi) recursos humanos.

e em que cada uma das dimensões é ainda decomposta em sub-dimensões de número variável (num total de 20) cuja maturidade deve ser classificada numa escala de 0 (representativa da não existência ou não utilização dessa sub-dimensão na organização) e 5 (representativa da situação em que a sub-dimensão está otimizada), ver Fig. 2.3. Apesar de existir uma breve descrição para cada nível em cada dimensão estes correspondem conceptualmente ao seguintes estágios:

---

<sup>2</sup>Note-se ainda que a PAS 1192-2 [13] se foca nos requisitos para atingir o *Level 2* sendo os restantes níveis apenas descritos de forma sumária.



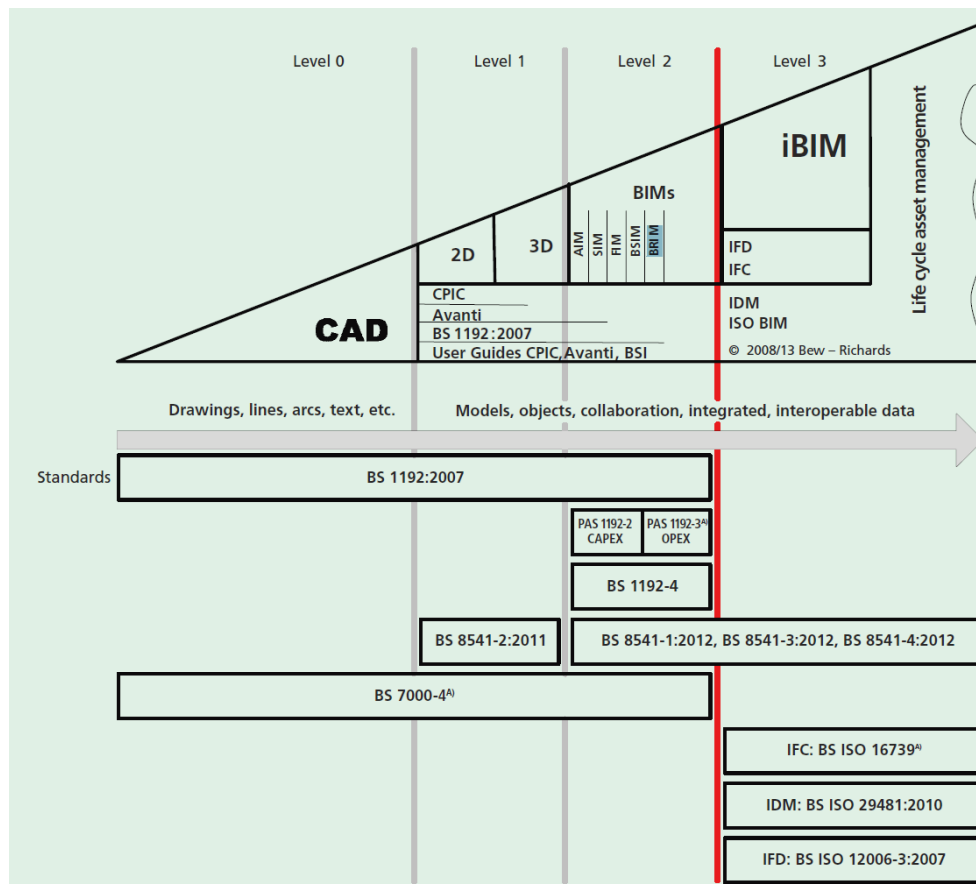


Figura 2.1: Modelo de avaliação de maturidade da PAS 1192-1 [13].

- 0: inexistente;
- 1: inicial;
- 2: gerido;
- 3: definido;
- 4: gerido quantitativamente;
- 5: otimizado.

O nível de maturidade é dado por um valor algébrico de 0 a 100 que agrega a maturidade em cada um das sub-dimensões e em que estas apresentam igual peso – o que implica que as dimensões apresentadas atrás têm peso diferente por força de terem diferentes sub-dimensões.

Este modelo apresenta como vantagens a simplicidade e facilidade de aplicação – em grande parte resultante da breve descrição que é fornecida para cada nível de maturidade de cada sub-dimensão – sendo por isso um dos modelos mais referenciados na literatura.

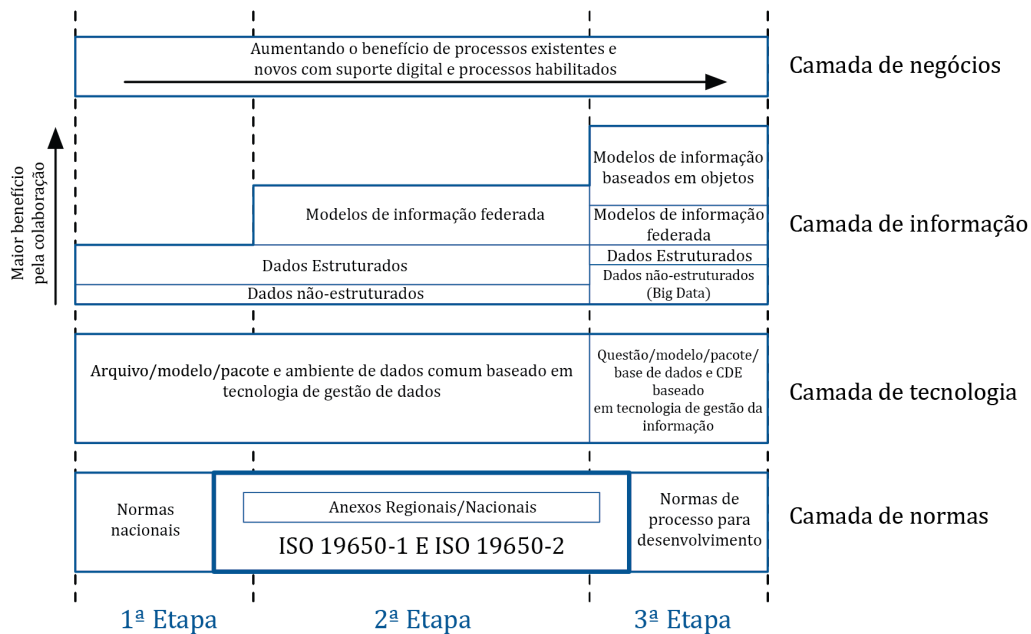


Figura 2.2: Modelo de avaliação de maturidade da EN ISO 19650-1 [7].

O BIMAP apresenta ainda como vantagens permitir estabelecer linhas de ação com base nas descrições que são apresentadas para os níveis de maturidade das sub-dimensões e documentação relativa a cada dimensão que considera [4].

### 2.2.3 NBIMS Capability Maturity Model (NBIMS-CMM)

O *NBIMS Capability Maturity Model* (NBIMS-CMM) [11] foi implementado numa folha de Excel e é composto pela matriz representada na Fig. 2.4 (designada *tabular maturity model*) que contem as onze dimensões consideradas no âmbito do modelo de maturidade (A a K) e 10 níveis de maturidade (1 a 10) – a *tabular maturity model* apresenta ainda uma descrição sumária de cada uma das dimensões e de cada um dos níveis de maturidade por intermédio das tabelas apresentadas nas Figuras 2.5 e 2.6..

O NBIMS-CMM atribui níveis de importância (pesos) a cada uma das dimensões (que podem ser alterados em função da relevância que cada organização atribui a cada uma das dimensões) que, ponderados pelo nível de maturidade, atribui uma classificação em pontos cuja soma varia de 0 a 100. O número total de pontos vai permitir identificar o nível de maturidade BIM de acordo com a escada apresentada na Fig. 2.7 – esta escala é revista anualmente para ajustar o número mínimo de pontos para o nível *Minimum BIM* para reflectir a evolução do sector da AECO na implementação do BIM.

Description	Level of Maturity						Current Level	Target Level	Total Possible
	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing			
<b>the Mission, Vision, Goals, and Objectives, along with management support, BIM Champions, and BIM Planning Committee.</b>	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	0	0	25
A mission is the fundamental purpose for existence of an organization. Goals are specific aims which the organization wishes to accomplish. A vision is a picture of what an organization is striving to become. Objectives are specific tasks or steps that when accomplished move the organization toward their goals.	No organizational mission or goals	Basic organizational mission established	Established basic organizational goals	Organization mission which addressed purpose, services, values (at a minimum)	Goals are specific, measurable, attainable, relevant, and timely	Mission and goals are regularly revisited, maintained and updated (as necessary)	0	0	5
To what level does management support the BIM Planning Process	No BIM vision or objectives defined	Basic BIM vision is establish	Established Basic BIM Objectives	BIM Vision address mission, strategy, and culture	BIM objectives are specific, measurable, attainable, relevant, and timely	Vision and objectives are regularly revisited, maintained and updated (as necessary)	0	0	5
A BIM Champion is a person who is technically skilled and motivated to guide an organization to improve their processes by pushing adoption, managing resistance to change and ensuring implementation of BIM	No management support	Limited support for feasibility study	Full Support for BIM Implementation with some resource commitment	Full support for BIM Implementation with appropriate resource commitment	Limited support for continuing efforts with a limited budget	Full support of continuing efforts	0	0	5
The BIM Champion identified but limited time committed to BIM initiative	No BIM Champion	BIM Champion identified but limited time committed to BIM initiative	BIM Champion with adequate time commitment	Multiple BIM Champions with each working Group	Executive Level BIM Support Champion with limit time commitment	Executive-level BIM Champion working closely with working group champion	0	0	5
The BIM Planning Committee is responsible for developing the BIM strategy of the organization	No BIM Planning Committee established	Small Ad-hoc Committee with only those interested in BIM	BIM Committee is formalized but not inclusive of all operating units	Multi-disciplinary BIM Planning Committee established with members from all operative units	Planning Committee includes members for all level of the organization including executives	BIM Planning decisions are integrated with organizational Strategic Planning	0	0	5
<b>The specific methods of Implementing BIM</b>	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	0	0	10
The specific methods of implementing BIM on projects	No BIM Uses for Projects identified	Minimal owner requirements for BIM	Minimal BIM Uses required	Extensive use of BIM with limited sharing between parties	Extensive use of BIM with sharing between parties within project phase	Open sharing of BIM data across all parties and project phases	0	0	5
The specific methods of implementing BIM within the organization	No BIM Uses for Operations identified	Record (As-Built) BIM model received by operations	Record BIM data imported or referenced for operational uses	BIM data manually maintained for operational uses	BIM data is directly integrated with operational systems	BIM data maintained with operational systems in Real-time	0	0	5
The means by which the BIM Uses are accomplished	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	0	0	10
The documentation of External Project BIM Processes	No external project BIM processes documented	High-level BIM process documented for each party	Integrated high-level BIM process documented	Detailed BIM process documented for primary BIM Uses	Detailed BIM process documented for all BIM Uses	Detailed BIM process documented and regularly maintained and updated	0	0	5
The documentation of Internal Organizational BIM Processes	No internal organizational BIM processes documented	High-Level BIM process documented for each operating unit	Integrated high-level organizational process documented	Detailed BIM process documented for primary organizational Uses	Detailed BIM process documented for all BIM Uses	Detailed BIM Process documented and regularly maintained and updated	0	0	5
<b>Description</b>	<b>Level of Maturity</b>						<b>Current Level</b>	<b>Target Level</b>	<b>Total Possible</b>
<b>Information Needs refer to Model Level of Development and Facility Data requirements</b>	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	0	0	15
Model Element Breakdown Structure are identifiers assigned to each physical or functional element in the breakdown of the facility model.	No consistent Organizational Model Element Breakdown	Organizational Model Element Breakdown defined but not uniform within entire organization	Organizational Model Element Breakdown is uniform within the organization	Organizational Model Element Breakdown aligned with industry standards	Organizational Model Element Breakdown updated along with industry standards	Organizational modifications to industry standard model element breakdown are balloted for inclusion in industry standards	0	0	5
The Level of Development (LOD) describes the level of completeness to which a Model Element developed	No consistent Level of Development	LOD defined but not standardized within the entire organization	LOD standardized within the organization	Organizational LOD standards aligned with industry standards	Model View Definitions & Information Delivery Manuals are used to define LOD	Organizational modification to LODs and IDMs are balloted for inclusion in industry standards	0	0	5
Facility Data is non-graphical information that can be attached to objects within the Model that defines various characteristics of the object	No consistent facility data requirement	Facility data defined but not internally standardized	Facility data defined and standardized within the organization	Organizational facility data attributes aligned with industry standards	Facility data attributes aligned with open standards	Facility data attributes updated with open standards	0	0	5
<b>Technological and physical systems needed for the operation of BIM with the organization.</b>	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	0	0	15
the programs and other operating information used by a computer to implement BIM	No BIM Software	Software capable of accepting BIM data	Basic BIM Software Systems	Advanced BIM software systems	All software systems available to all personnel	Program established for continuous updating of BIM software systems	0	0	5
physical interconnections and devices required to store and execute (or run) BIM software	No Hardware capable of running BIM software	Some hardware capable of running basic BIM software	All Hardware Capable of Running Basic BIM Software	Some advanced hardware systems with the organization	All organization hardware is capable of running advanced BIM Software	Program established for continuous updating of BIM hardware systems	0	0	5
Functional areas within a facility used to properly implement BIM within the organization	No dedicated BIM space	Single workstation for viewing BIM data	Small Workspace for Collaborating with a screen large enough for multiple viewers	BIM room for collaborating with large screen viewing capability	Multiple collaborative workspaces within regular workspace	Program established for continuous updating of BIM spaces	0	0	5
<b>Human resources of an organization</b>	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	0	0	25
Roles are the primary function assumed by a person within the organization and Responsibilities are the tasks or obligations that one is required to do as part of that role.	No roles and responsibilities documented	BIM is the responsibility of the BIM Champion	BIM is the responsibility of the interdisciplinary BIM Group	BIM responsibility lies with each operating unit	BIM responsibility lies with each person	BIM Responsibilities are regularly reviewed to ensure they are properly distributed	0	0	5
An arrangement of personnel and group into functional groups within the organization	Organizational Hierarchy does not address BIM	BIM Champion outside of typical organizational hierarchy	Small BIM Implementation Team outside the typical organization hierarchy	Large interdisciplinary BIM Group created	BIM Champion defined within each operating unit	BIM Implementation Team supports BIM Use within operating units	0	0	5
Education is to formally instruct about a subject	No Education Program	Ad hoc education as needed	Formal Presentations on what is BIM and the Benefits is has for the organization	Regularly conducted employee education sessions	On-Demand education program established for the organization	Education is seamlessly improved through lessons learned within the organization	0	0	5
Train is to teach so as to make fit, qualified, or proficient in a specific task or process	No Training Program	Training program run by vendors - only for necessary personnel	Internal Training program for all personnel that may interact with BIM	Regularly conducted and routine training programs	On-Demand training program established for the organization	Training is seamlessly improved through lessons learned within the organization	0	0	5
The willingness and state preparedness of an organization to integrate BIM	No Change Readiness Awareness	Established need for BIM	Upper management buy-in	Operating unit buy-in	All individuals buy-in	Willingness to change is part of the culture of the organization	0	0	5
This is the total for all the categories. Note this does reflect maturity in all sections. While the organization could score high, there could be some key areas not implemented that could hinder the organizations BIM Implementation.							0	0	100

Figura 2.3: Modelo de avaliação de maturidade BIMAP [4].

Maturity Level	A Data Richness	B Life-cycle Views	C Roles Or Disciplines	G Change Management	D Business process	F Timeliness/Response	E Delivery Method	H Graphical Information	I Spatial Capability	J Information Accuracy	K Interoperability/ IFC Support
1	Basic Core Data	No Complete Project Phase	No Single Role Fully Supported	No CM Capability	Separate Processes Not Integrated	Most Response Info manually re-collected - Slow	Single Point Access No IA	Primarily Text - No Technical Graphics	Not Spatially Located	No Ground Truth	No Interoperability
2	Expanded Data Set	Planning & Design	Only One Role Supported	Aware of CM	Few Bus Processes Collect Info	Most Response Info manually re-collected	Single Point Access w/ Limited IA	2D Non-Intelligent As Designed	Basic Spatial Location	Initial Ground Truth	Forced Interoperability
3	Enhanced Data Set	Add Construction/ Supply	Two Roles Partially Supported	Aware of CM and Root Cause Analysis	Some Bus Process Collect Info	Data Calls Not In BIM But Most Other Data Is	Network Access w/ Basic IA	NCS 2D Non-Intelligent As Designed	Spatially Located	Limited Ground Truth - Int Spaces	Limited Interoperability
4	Data Plus Some Information	Includes Construction/ Supply	Two Roles Fully Supported	Aware CM, RCA and Feedback	Most Bus Processes Collect Info	Limited Response Info Available In BIM	Network Access w/ Full IA	NCS 2D Intelligent As Designed	Located w/ Limited Info Sharing	Full Ground Truth - Int Spaces	Limited Info Transfers Between COTS
5	Data Plus Expanded Information	Includes Constr/Supply & Fabrication	Partial Plan, Design&Constr Supported	Implementing CM	All Business Process(BP) Collect Info	Most Response Info Available In BIM	Limited Web Enabled Services	NCS 2D Intelligent As-Built	Spatially located w/Metadata	Limited Ground Truth - Int & Ext	Most Info Transfers Between COTS
6	Data w/Limited Authoritative Information	Add Limited Operations & Warranty	Plan, Design & Construction Supported	Initial CM process implemented	Few BP Collect & Maintain Info	All Response Info Available In BIM	Full Web Enabled Services	NCS 2D Intelligent And Current	Spatially located w/Full Info Share	Full Ground Truth - Int And Ext	Full Info Transfers Between COTS
7	Data w/ Mostly Authoritative Information	Includes Operations & Warranty	Partial Ops & Sustainment Supported	CM process in place and early implementation	Some BP Collect & Maintain Info	All Response Info From BIM & Timely	Full Web Enabled Services w/IA	3D - Intelligent Graphics	Part of a limited GIS	Limited Comp Areas & Ground Truth	Limited Info Uses IFC's For Interoperability
8	Completely Authoritative Information	Add Financial	Operations & Sustainment Supported	CM and RCA capability implemented	All BP Collect & Maintain Info	Limited Real Time Access From BIM	Web Enabled Services - Secure	3D - Current And Intelligent	Part of a more complete GIS	Full Computed Areas & Ground Truth	Expanded Info Uses IFC's For Interoperability
9	Limited Knowledge Management	Full Facility Life-cycle Collection	All Facility Life-cycle Roles Supported	Business processes are sustained by CM using RCA and Feedback loops	Some BP Collect&Maint In Real Time	Full Real Time Access From BIM	Netcentric SOA Based CAC Access	4D - Add Time	Integrated into a complete GIS	Comp GT w/Limited Metrics	Most Info Uses IFC's For Interoperability
10	Full Knowledge Management	Supports External Efforts	Internal and External Roles Supported	Business processes are routinely sustained by CM, RCA and Feedback loops	All BP Collect&Maint In Real Time	Real Time Access w/ Live Feeds	Netcentric SOA Role Based CAC	nD - Time & Cost	Integrated into GIS w/ Full Info Flow	Computed Ground Truth w/Full Metrics	All Info Uses IFC's For Interoperability

Figura 2.4: *BIM Capacity Maturity Model* [11].

Este modelo apresenta algumas limitações nomeadamente [17]:

- (i) a adopção de um elevado numero de possíveis níveis de maturidade (10) por dimensão dificulta a distinção entre os diversos níveis;
- (ii) existe alguma sobreposição entre as dimensões;
- (iii) a variação da pontuação mínima para o nível *Minimum BIM* pode gerar inconsistências;
- (iv) a possibilidade de alterar os pesos das dimensões de acordo com o interesse das organizações impossibilita a utilização deste modelo de maturidade para levar a cabo comparações entre organizações;
- (v) é um modelo de maturidade mais orientado para avaliar modelos do que as equipas ou organizações que desenvolveram os modelos.

## 2.2.4 Owner's BIM competency assessment tool (BIMCAT)

O modelo de maturidade *BIM Competency Assessment Tool* (BIMCAT) desenvolvido por Giel (2013) [8, 10] e incorpora três grandes dimensões (estratégica, administrativa e operacional), designadas *áreas de competências*, que por sua vez dão origem a 12 sub-dimensões (ver Fig. 2.8), designadas *categorias de competências*, que finalmente são avaliadas com recurso a 66 aspectos (designadas *factores de competência*, ver Fig. 2.9) por intermédio de um conjunto de questões que pode variar

Maturity Level	Data Richness	Life-cycle Views	Roles Or Disciplines	Business process	Delivery Method	Timeliness/ Response	Change Management	Graphical Information	Spatial Capability	Information Accuracy	Interoperability/EC Support
1	Choose this selection when you have established a BIM, but have only very basic data to load	Data is gathered as it is available but no single phase is authoritative nor complete	Roles apply to peoples jobs and at this level no ones role is fully supported through the BIM	Business processes are not defined and therefore not used to store information in the BIM	The BIM is only accessible from a single workstation and has no information assurance built-in	Information is re-collected when needed to respond to a question - the process is slow and un-informed and has to be re-invented each time a question is asked	No change management process awareness is evident nor has been implemented in the organization	There are no graphics in the BIM - only text	The facility is not spatially located using GPS or GIS	There is no ground truth loaded into the system manually or inverted electronically	There is no interoperability between software programs. Information is reloaded for each application
2	As you become more advanced additional data will be available and be entered. This is still early in the maturity	Since basic initial data is collected during planning and design this is typically the first phase to be made available, but this can be any phase such as construction also	Roles apply to peoples jobs and at this level there is one persons role that is fully supported through the BIM	Few business processes are designed to collect information to maintain the BIM in the organization	The BIM is not on a network but there is control over who can access the BIM	Most of the information needed to respond to a question must be collected to respond to the question however there is awareness of how to obtain the information	There is an early awareness of the need for business process definition and change management in the organization although implementation is not yet realized	2D drawings are stored in the BIM but there is no interaction with information - the drawings were not developed with the NCS	A basic location has been established using GPS so that one can locate the facility spatially	There is some electronic validation of information for internal spaces	There is some interoperability but it is not automatic nor seamless. Information may even only be cut and paste at this level of maturity
3	At this point you are beginning to be at a point where you come to the model for basic data and there truly something there	An additional phase is available, typically construction, however the two phases do not necessarily need to be linked	Roles apply to peoples jobs and at this level there are at least two peoples roles that are partially supported through the BIM but they still do have to go to other products to accomplish their jobs	Some business processes are designed to collect information to maintain the BIM in the organization	The BIM is on a network and there is basic password control over data entry and retrieval	Most information is in the BIM however many responses to data calls involve collection of data which is then stored in the BIM	Early implementation of business process definition is underway and there is an awareness of the need for business process management and the need for root cause analysis in the organization	The drawings stored were developed with NCS yet are still non-intelligent and not object oriented	The facility is recognized in a world view spatially but no information is shared between the BIM and GIS	Space is calculated electronically and not stored as a separate data element for internal spaces	There is some machine to machine flow of information but it is not common nor the norm, it is still the exception
4	This is the first stage when data is turned into information	A third phase is added although information does not have to be flowing, it is assumed that some is	Roles apply to peoples jobs and at this level there are at least two peoples roles that are fully supported through the BIM in that they do not have to go to other products to accomplish their jobs	Most business processes are designed to collect information to maintain the BIM in the organization	The BIM is on a network and there is control over data entry and retrieval	Information is stored in the BIM and many data calls can be answered with information that is already in the BIM	Business processes are in place and there is an understanding of the full change management requirement to include root cause analysis and implementation of a feedback loop	The drawings are 2D but are intelligent - a wall recognizes itself as a wall with properties but they are as designed and not as built	The facility is spatially located and some information is shared with the GIS environment	Internal spaces are identified electronically and information is electronically calculated	Information is flowing between COITS products from the same vendor. The interfaces are likely proprietary
5	The data is beginning to be accepted as authoritative and the primary source	A fourth phase of the facility lifecycle is added and some information is flowing	Peoples jobs in planning design and construction are fully supported through the BIM in that they do not have to go to other products to accomplish their jobs	All business processes are designed to collect information as they are performed	The BIM is in a limited web environment typically found in a single office environment, IA is not in place to control data entry or retrieval	A significant portion of the response information related to the facility is stored in the BIM	Business processes are in place and early change management procedures are being implemented	The drawings are 2D and are intelligent - a wall recognizes itself as a wall with properties and they are as built but not current	The facility is spatially located and information can be shared with the GIS environment although it is not integrated and interoperable	Many spaces and items are identified electronically yet some items are still entered manually both internally and externally	In this level of maturity information is transferred between COITS products typically from the same vendor, but not all applications are supported
6	Some metadata is stored and information is typically best available	An additional phase is added and clearly information is flowing to operations from the design and construction phases	Peoples jobs in planning design and construction are fully supported through the BIM in that they do not have to go to other products to accomplish their jobs	All business processes are designed to collect information as they are performed and all are capable of maintaining information in the BIM	The BIM is web enabled but IA is not in place although there is some control to access of the information. This environment would be found in a single office environment	Responses to data calls related to the facility are primarily stored in the BIM	Business processes are in place and early change management processes are identifying changes, but no process is in place to make changes	The drawings are 2D and are intelligent - a wall recognizes itself as a wall with properties and they are current	The facility is located spatially and there is full information sharing between the BIM and GIS	All internal and external spaces are identified electronically	There are good machine to machine linkages at this level of maturity and information interoperability is the norm
7	Most users rely on information as relate and authoritative, little additional data checking is required	Information collected during earlier phases is flowing to operations and sustainment	Peoples jobs in planning design, construction and operations are fully supported and sustained as partially supported through the BIM in that they do not have to go to other products to accomplish their jobs	All business processes are designed to collect information as they are performed and all are capable of maintaining information in the BIM	The BIM is in a web environment so multiple people can operate on it and there is role based IA enabled but roles must be managed manually	All emergency response information is in the BIM and it is considered the primary source of accurate information	Early implementation of change management is in place and some processes are being maintained through a root cause analysis process	The drawings are 3D object based and have intelligence	The BIM has been partially integrated into the GIS environment	Internal spaces are computed electronically and some outside information is electronically calculated	Industry Foundation Classes are used on a limited basis for interoperability with some software packages
8	The information has metadata and is the authoritative source	A cost model is supported and costs are linked to the information related to all phases. Lifecycle costing can be performed	Peoples jobs in planning design, construction and operations are fully supported and sustained as fully supported through the BIM in that they do not have to go to other products to accomplish their jobs	All business processes are designed to collect information as they are performed and all are capable of maintaining information in the BIM	The BIM is in a web enabled environment and is considered secure. It is not a SDA	Information stored in a BIM is available real time and although not from a live feed processes are in place to maintain its accuracy	Implementation of a change management process is in place and is being maintained through a root cause analysis process	The drawings are 3D object based and have a process in place to keep them current	Information from the BIM is recognized on a limited basis by the GIS	All units are calculated electronically and reported. If a polygon changes shape then the updated information flows throughout the model	IFC use is becoming more common place yet it is still less often used than other approaches
9	Limited Knowledge Management implies that BIM strategies are in place and authoritative information is beginning to be linked	All phases of the lifecycle are supported and information is flowing between phases	All facility related jobs throughout the lifecycle of the facility rely solely on the BIM to accomplish their jobs	All business processes are designed to collect and maintain data in real time	The BIM is in a net-centric web environment and is served up as a service in a service oriented architecture and CAC enabled but roles must be managed manually	The information is stored in a BIM and is current enough to be a reliable source for information in an emergency	The change management processes are in place, but is not a efficient process and changes typically take more than 48 hours	Time phasing has been added to the drawings to that one can see historical as well as being able to project into the future	Information from the BIM is partially recognized by the GIS environment and some metadata is available	All internal and external areas are computed and some metrics have been established to track compliance	IFC use is the norm, but not exclusively used to attain interoperability. One would expect about 70-90% IFC based interoperability
10	Full Knowledge Management implies a robust data rich environment with virtually all authoritative information is loaded and linked together	External information is linked into the model and analysis can be performed on the entire ecosystem the facility throughout its life	All facility related jobs both internal and external to the organization rely solely on the BIM to accomplish their jobs	All business processes are designed to collect and maintain data in real time	The BIM is in a net-centric web environment and is served up as a service in a service oriented architecture with role based CAC enabled to enter and access information	Information is continually updated and available from live feeds to sensors Responses to questions are almost immediate and are accurate and relational	A mature and fully operational change management process is in place and processes changes are implemented within 48 hours	The drawing stored in the BIM are intelligent and object based and include time and cost information	Information from the BIM is fully recognized by the GIS environment including full metadata interaction	All spaces are calculated automatically and metrics are used to ensure information is available and accurate	At this level of maturity IFCs are fully implemented and used for interoperability

Figura 2.5: Descrições dos níveis de maturidade de cada dimensão [11].

entre 63 e 124 – quanto mais madura se revela a resposta do utilizador mais questões são colocadas por forma a obter mais informação.

O resultado da avaliação da maturidade aplicando o *Owner's BIM CAT*, designado *Total BIM Competency Score* (TBCS), é um valor numérico entre 0 e 1200 que resulta das ponderações dos pesos apresentados na Fig. 2.9 e que resultam nos pesos das dimensões e sub-dimensões também indicados na Fig. 2.8.

São ainda propostos cinco níveis de maturidade em função do *Total BIM Competency Score* (TBCS), ver Fig. 2.10

O *Owner's BIM CAT* foi implementado numa folha de MS Excel em que cada questão é escolha múltipla, multi-selecção ou restringida a um determinado intervalo numérico para reduzir a possibilidade de erros.

O *Owner's BIM CAT* tem como vantagem ser o modelo que aborda mais dimensões BIM [18] e foi construído sobre alguns dos modelos existente à data pelo que incorpora muitos dos seus aspectos e dimensões. No entanto, o elevado numero de questões e a profundidade de informação requerida

Title	Description
Data Richness	Identifies the completeness of the building Information Model from initially very few pieces of unrelated data to the point of it becoming valuable information and ultimately corporate knowledge about a facility
Life-cycle Views	Views refer to the phases of the project and identifying how many phases are to be covered by the BIM. One would start as individual stove pipes of information and then begin linking those together and taking advantage of information gathered by the authoritative source of the information. This category has high cost reduction, high value implications based on the elimination of duplicative data gathering. The goal would be to support functions outside the traditional facility management roles, such as first responders.
Roles Or Disciplines	Roles refer to the players involved in the business process and how the information flows. This is also critical to reducing the cost of data re-collection. Disciplines are often involved in more than one view as either a provider or consumer of information. Our goal is to involve both internal and external roles as both providers and consumers of the same information so that data does not have to be re-created and that the authoritative source is the true provider of the information.
Change Management	Change Management identifies a methodology used to change business processes that have been developed by an organization. If a business process is found to be flawed on in need of improvement, one institutes a "root cause analysis" of the problem and then adjusts the business process based on that analysis. Since this is related to the following item, business processes it should come after it.
Business process	The business process defines how business is accomplished. If the data and information is gathered as part of the business process then data gathering is a no cost requirement. If data is gathered as a separate process then the data will likely not be accurate. The goal is to have data both collected and maintained in a real time environment, so as physical changes are made they are reflected for others to access in their portion of the business process.
Timeliness/ Response	While some information is more static than other information it all changes and up to the minute accuracy may be critical in emergency situations. The closer to accurate real time information you can be the better quality the decisions that are made. Some of those decisions may be life saving in nature.
Delivery Method	Data delivery is also critical to success. If data is only available on one machine then sharing can not occur other than by email or hard copy. In a structured networked environment if information is centrally stored or accessible then some sharing will occur. If the model is a systems oriented architecture (SOA) in a web enabled environment the nentcentricity will occur and information will be available in a controlled environment to the appropriate players. Information assurance must be engineered into all phases.
Graphical Information	Often the starting point is a non-graphical environment. The advent of graphics helps paint a clearer picture for all involved. As standards are applied then information can begin to flow as the provider and receiver must have the same standards in place. As 3D images come into play more consumers of the information will have a common view and a higher level of understanding will occur. As time and cost are added then the interfaces can be expanded significantly.
Spatial Capability	Understanding where something is in space is significant to many information interfaces and the richness of the information. Energy calculations must know where the heat gains will come from, first responders need to know where water supplies and utility cutoffs are located in relation to the facility.
Information Accuracy	Having a way to ensure that information remains accurate is only possible through some mathematical ground truth capability. Having a mathematical product will also allow for better management by supporting difficult to game metrics. These numbers can be used for occupancy, information collection completeness and overall inventory calculations.
Interoperability/ IFC Support	Our ultimate goal is to ensure interoperability of information. Getting accurate information to the party requiring the information. There are many ways to achieve this, however the most effective is to use a standards based approach to ensure that information is a form that it can be shared and products are available that can read that standard for of information.

Figura 2.6: Descrições das dimensões [11].

Points Required for Certification Levels		
Low	High	
40	49.9	Minimum BIM
50	59.9	Minimum BIM
60	69.9	Certified
70	79.9	Silver
80	89.9	Gold
90	100	Platinum

Figura 2.7: Níveis de maturidade BIM globais [11].

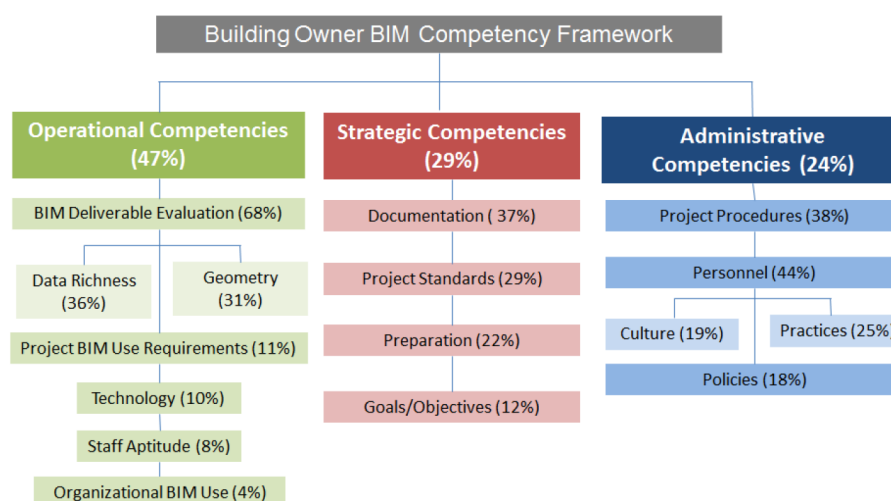


Figura 2.8: Dimensões do modelo de avaliação de maturidade *Owner's BIM CAT* [8].

sobre a organização – o modelo deve ser preenchido por alguém numa posição de gestão – e sobre os aspectos técnicos – alguma da informação requerida é incompreensível para quem não tem bases sólidas de BIM – bem como a ausência de guias e a descrição sintética do âmbito das questões torna a sua aplicação complexa. O modelo peca também pela ausência de identificação de como os 66 *factores de competência* são avaliados por intermédio das 63 a 124 questões, dificultando a replicação da implementação do modelo.

## 2.2.5 Modelo de maturidade BIM para a indústria nacional

Pontes (2016) [14] desenvolveu um modelo de maturidade BIM que faz uso das seguintes onze dimensões (designadas *categorias* no documento original):

- A: informação – riqueza dos dados;
- B: abrangência do Ciclo de Vida;
- C: funções ou disciplinas;

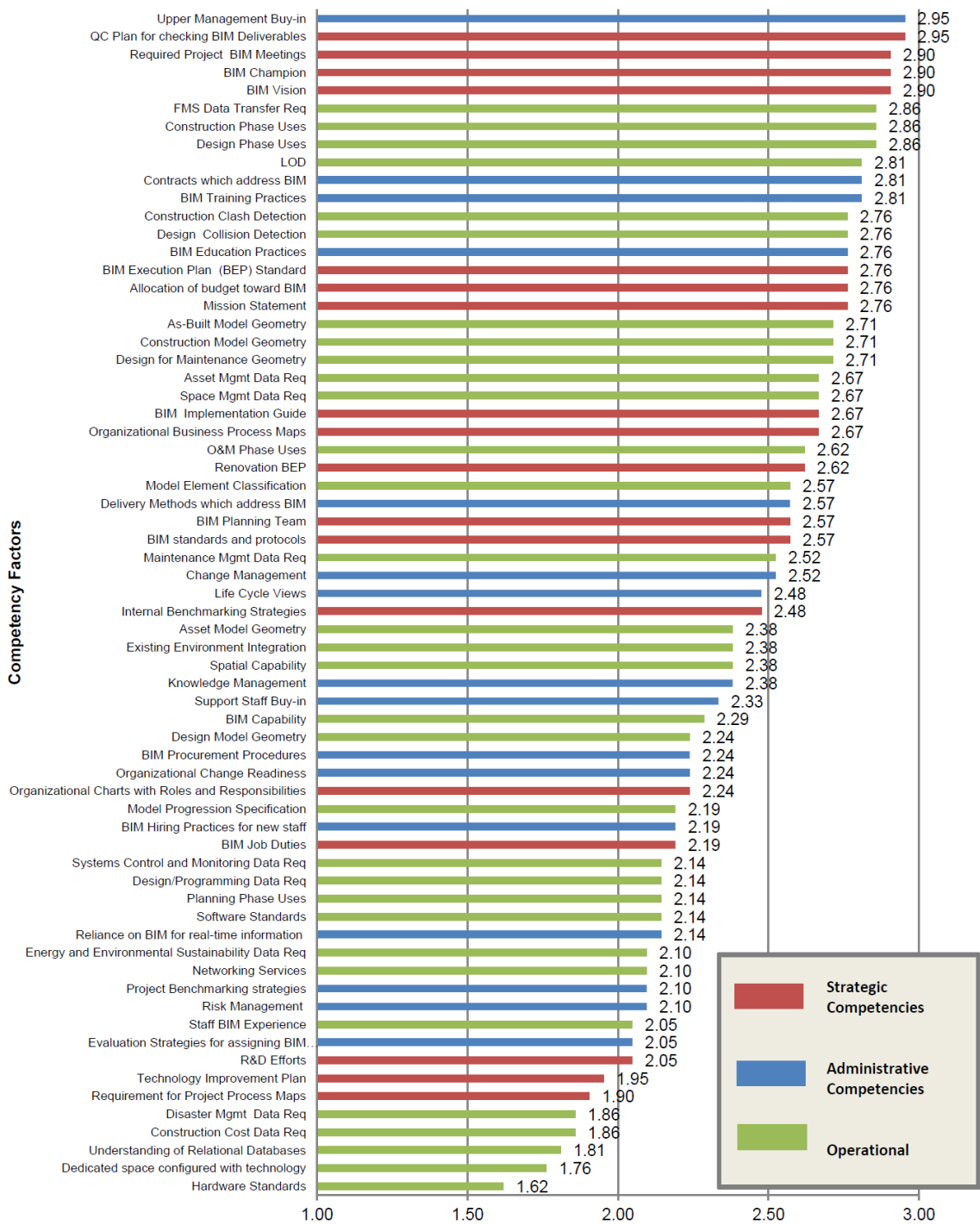


Figura 2.9: Factores de competência do modelo de avaliação de maturidade *Owner's BIM CAT* [8].



---

BIM competency level	Name	Score Range
Level 0	Non-Existent	0-200
Level 1	Initialized	200-400
Level 2	Managed	400-600
Level 3	Defined	600-800
Level 4	Quantitatively Managed	800-1000
Level 5	Optimizing	1000-1200

---

Figura 2.10: Níveis de maturidade do modelo de avaliação de maturidade Owner's BIM CAT [8].

- D: modelo de gestão;
- E: sincronização;
- F: acessibilidade e partilha;
- G: dimensões;
- H: informação externa;
- I: infraestrutura;
- J: formato de informação;
- K: formação;

Os níveis de maturidade relativos a cada dimensão variam de 1 a 5 em que, apesar de existir uma breve descrição para cada nível em cada dimensão estes correspondem conceptualmente ao seguintes estágios:

- 1: inicial;
- 2: definido;
- 3: gerido;
- 4: integrado;
- 5: otimizado.

O modelo estabelece 5 níveis de maturidade organizacionais cujas fronteiras são designadas *etapas de maturidade* e que implicam níveis de maturidade distintos nas diferentes dimensões de acordo com a Fig. 2.11.

À semelhança do BIMAP, este modelo apresenta como vantagens permitir estabelecer linhas de acção com base nas descrições que são apresentadas para os níveis de maturidade das dimensões. Além disso foi desenvolvido para a realidade Portuguesa com base num *focus group* com representatividade de investigadores, projectistas e construtores – sendo identificável a ausência

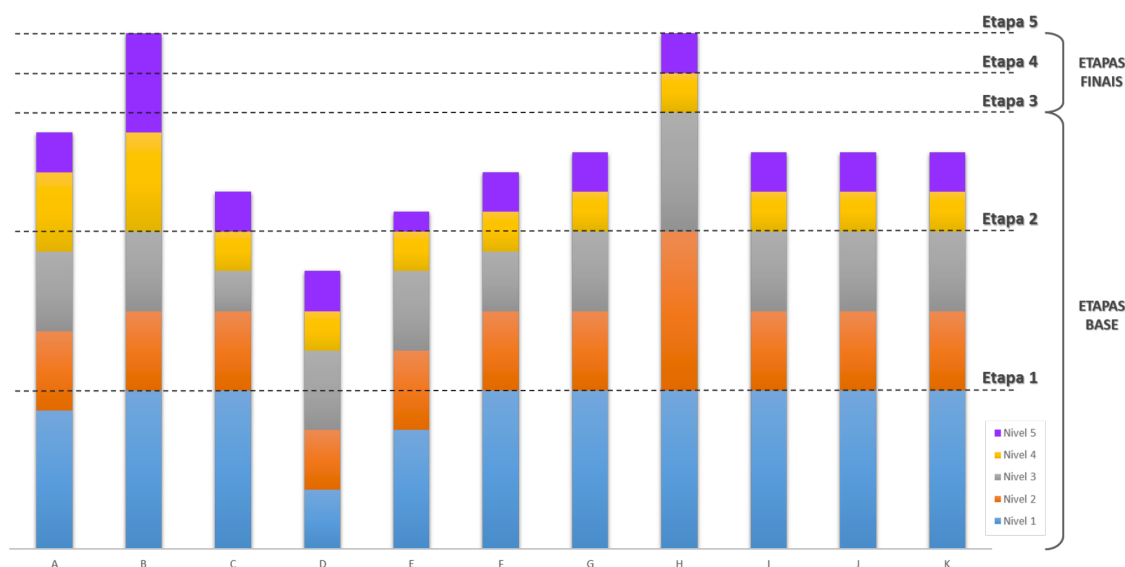


Figura 2.11: Modelo de avaliação de maturidade proposto por Pontes (2016) [14].

de representatividade de clientes/operadores dos empreendimentos, consultores e outros técnicos para além dos projectistas.

Apesar de não possuir explicitamente especificidade relativas à realidade nacional, este modelo foi desenvolvido com a colaboração de especialistas nacionais pelo que implicitamente incorpora alguma sensibilidade para com a realidade Portuguesa. Note-se no entanto que a documentação de suporte não enquadra o modelo no âmbito das outras alternativas disponíveis na literatura não sendo por isso evidente as suas vantagens e é um modelo de divulgação restrita presentemente com reconhecimento internacional limitado.

## 2.2.6 BIM maturity matrix (BIMMMI)

No modelo *BIM maturity matrix* proposto por Succer [17] pode ser aplicável a diversas escalas de organizações (desde o mercado global ao membro de uma organização), em três dimensões distintas (tecnologia, processos e política) mas com quatro níveis de granulometria – designadas competências – o que são avaliadas em termos de estágio de capacidade (*capability stages*) – definida como a aptidão para efectuar uma tarefa, entregar um serviço ou gerar um produto – e níveis de maturidade (*maturity level*) – que é relativo à qualidade, repetibilidade e grau de excelência com que um serviço é executado.

A Fig. 2.12 ilustra como aplicar o modelo para avaliar a capacidade e maturidade BIM. No âmbito deste processo podem ser identificados os seguintes passos:

- passo 1: identificação da escala de avaliação organizacional; a Fig. 2.13 apresenta os 12 níveis de granulometria propostos para a escala a que pode ser aplicado o modelo;

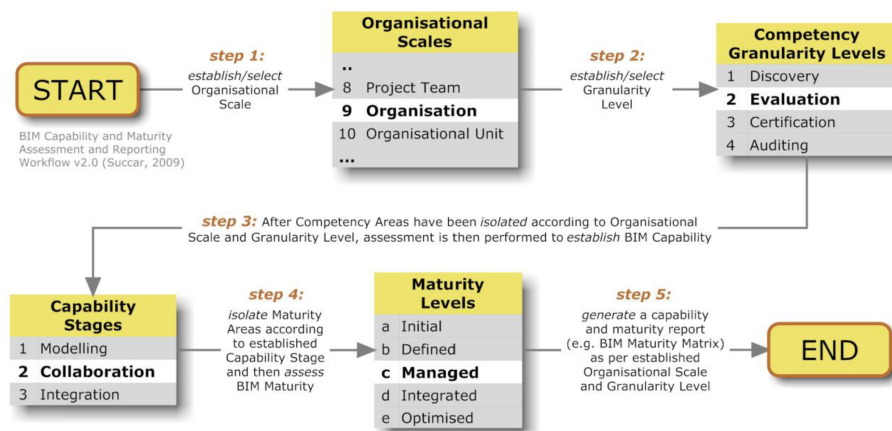


Figura 2.12: Procedimento para aplicação do modelo de avaliação de capacidade e maturidade BIM [17].

- passo 2: escolha do nível de granulometria a adoptar para as áreas de competência (dimensões) e identificação das áreas de competências/competências não relevantes; a Fig. 2.14 identifica as áreas de competência (tecnologia, processos e política) e as competências a adoptar nos dois níveis de granulometria mais grosseiros (de quatro possíveis) e a Fig. 2.15 apresenta a definição de cada um dos níveis e a sua aplicabilidade em termos de granulometria da escala de organização;
- passo 3: identificação do nível evolucionário de capacidade de cada competência (*BIM steps*) e do respectivo estágio de capacidade (*capacity stage*); o modelo proposto não identifica os níveis evolucionários a considerar para cada competência – a Fig. 2.18 sugere 12 níveis – mas apresenta os estágios de capacidade de competências identificados na Fig. 2.17;
- passo 4: identificação do nível de maturidade de cada competência numa escala de 5 níveis (inicial, definido, gerido, integrado, optimizado); a Fig. ?? apresenta a definição dos níveis de maturidade as competências do nível de granulometria 1 da área de competências tecnologia;
- passo 5: sistematização e reporte de resultados: são propostos relatórios que variam em termos de formalidade, cobertura e detalhe em função da granulometria adoptada para a escala organizacional e para as competências de acordo com as categorias indicadas na Fig. 2.15; o estágio de capacidade, para além do valor textual (Fig. 2.17), pode ser ilustrado por intermédio de uma representação do tipo da apresentada na Fig. 2.18 enquanto que um parâmetro caracterizador do nível de maturidade global pode ser traduzido por um parâmetro que se obtém atribuindo um número de pontos fixo a cada nível de maturidade de cada competência e calculando a média para cada nível de competência, ver Fig. 2.19.

Genericamente o modelo BIMMMI apresenta uma cobertura alargada e é flexível, permitindo o seu ajuste a diferentes aplicações. No entanto, para níveis de granulometria de competências superiores ao primeiro a descrição das competência é inexistente e para os níveis 3 e 4 não são

Low Detail			High Detail			
Name	Sym	Granularity	Name	Sym	Granularity	Short Definition
<b>MACRO</b> Markets and Industries	<b>M</b>	Markets <b>1</b>	(Macro M)	<b>M</b>	Market <b>1</b>	Markets are the "world of commercial activity where goods and services are bought and sold" <a href="http://bit.ly/pjB3c">http://bit.ly/pjB3c</a>
			(Meso M)	<b>Md</b>	Defined Market <b>2</b>	Defined Markets can be geographical, geopolitical or resultant from multi-party agreements similar to NAFTA or ASIAN.
			(Micro M)	<b>Ms</b>	Sub-Market <b>3</b>	Sub-markets can be local or regional.
	<b>I</b>	Industries <b>4</b>	(Macro I)	<b>I</b>	Industry <b>4</b>	Industries are 'the organized action of making of goods and services for sale'. Industries can traverse markets and may be service, product or project-based. The AEC industry is mostly Project-Based. <a href="http://bit.ly/ielY3">http://bit.ly/ielY3</a>
			(Meso I)	<b>Is</b>	Sector <b>5</b>	A sector is a "distinct subset of a market, society, industry, or economy whose components share similar characteristics" <a href="http://bit.ly/15UkZD">http://bit.ly/15UkZD</a>
			(Micro I)	<b>Id</b>	Discipline <b>6</b>	Disciplines are industry sectors, "branches of knowledge, systems of rules of conduct or methods of practice" <a href="http://bit.ly/7jT82">http://bit.ly/7jT82</a>
			<b>Isp</b>	Specialty <b>7</b>	Specialty is a focus area of knowledge, expertise, production or service within a sub-discipline.	
<b>MESO</b> Projects and their teams	<b>P</b>	Project Teams <b>8</b>	n/a	<b>P</b>	Project Team <b>8</b>	Project Teams are temporary groupings of organisations with the aim of fulfilling predefined objectives of a project - a planned endeavour, usually with a specific goal and accomplished in several steps or stages. <a href="http://bit.ly/dqMYg">http://bit.ly/dqMYg</a>
<b>MICRO</b> Organisations, Units, their teams & members	<b>O</b>	Organisations <b>9</b>	(Macro O)	<b>O</b>	Organisation <b>9</b>	An organisation is a 'social arrangement which pursues collective goals, which controls its own performance, and which has a boundary separating it from its environment.' <a href="http://bit.ly/v7p9N">http://bit.ly/v7p9N</a>
			(Meso O)	<b>Ou</b>	Organisational Unit <b>10</b>	Departments and Units are specialised divisions of an organisation. These can be co-located or distributed geographically.
				<b>Ot</b>	Organisational Team <b>11</b>	Organisational Teams consist of a group of individuals (human resources) assigned to perform an activity or deliver a set of assigned objectives. Teams can be physically co-located or formed across geographical or departmental lines.
			(Micro O)	<b>Om</b>	Organisational Member <b>12</b>	Organisational members can be part of multiple Organisational Teams.

Figura 2.13: Escalas organizacionais [17].

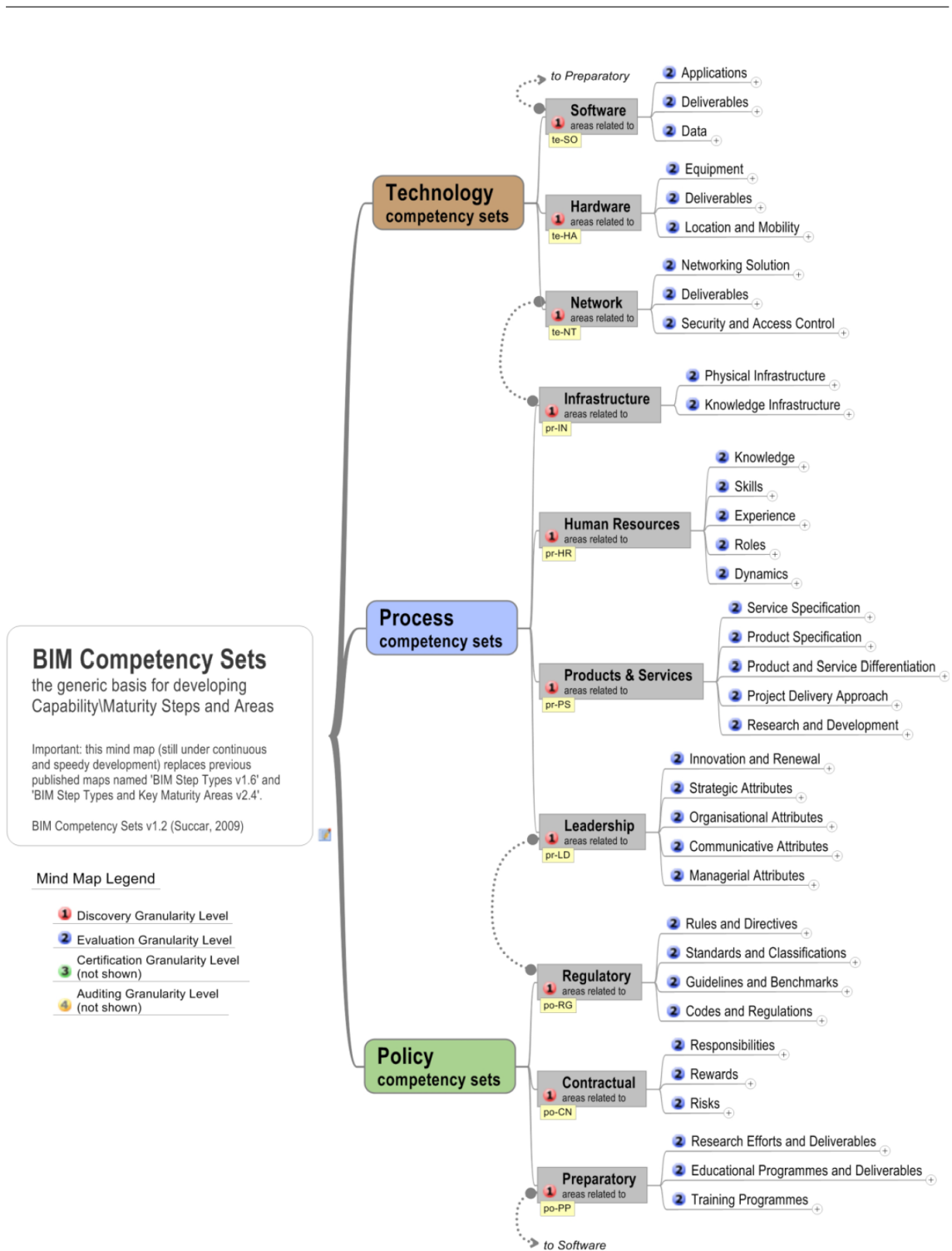


Figura 2.14: Áreas de competência e competências correspondentes a diferentes níveis de granulometria [17].

GLevel Number, GLevel Name, Description and Scoring System (Numerical and/or Named)		Oscale applicability	Assessment By, Report Type and <i>Guide Name</i>		
<b>1</b>	<b>Discovery</b>	A low detail assessment used for basic and semi-formal discovery of BIM Capability and Maturity. Discovery assessments yield a basic numerical score.	All Scales	Self	Discovery Notes  <i>BIMC&amp;M Discovery Guide</i>
<b>2</b>	<b>Evaluation</b>	A more detailed assessment of BIM Capability and Maturity. Evaluation assessments yield a detailed numerical score.	All Scales	Self and Peer	Evaluation Sheets  <i>BIMC&amp;M Evaluation Guide</i>
<b>3</b>	<b>Certification</b>	A highly-detailed appraisal of those Competency Areas applicable across disciplines, markets and sectors. Certification appraisal is used for Structured (Staged) Capability and Maturity and yields a formal, Named Maturity Level.	8 and 9	External Consultant	Certificate  <i>BIMC&amp;M Certification Guide</i>
<b>4</b>	<b>Auditing</b>	The most comprehensive appraisal...In addition to competencies covered under Certification, Auditing appraises detailed Competency Areas including those specific to a market, discipline or a sector. Audits are highly customisable, suitable for Non-structured (Continuous) Capability and Maturity and yield a Named Maturity Level plus a Numerical Maturity Score for each Competency Area audited.	8, 9, 10 & 11	Self, Peer and External Consultant	Audit Report  <i>BIMC&amp;M Auditing Guide</i>

Figura 2.15: Definição e aplicabilidade dos diferentes níveis de granulometria de competências [17].

sequer identificadas as competências. Também não é identificado para cada competência qual o nível evolucionário mínimo para atingir um determinado estágio de capacidade, correndo o risco de conduzir a resultados subjectivos quando aplicado por diferentes entidades. Para níveis de granulometria superiores ao primeiro pode torna-se de aplicação complexa.

### 2.2.7 IU BIM Proficiency Index

A Universidade de Indiana desenvolveu uma métrica para avaliação de maturidade BIM designada *BIM Proficiency Index* [12] vocacionado para equipas de projecto. O modelo é baseado numa matriz (*UI BUM proficiency Matrix*) que inclui oito grupos de áreas (*categories*) e cada uma destes

<p><b>Pre-BIM status</b> <i>Disjointed Project Delivery</i></p> 	<p>The construction industry is characterised by adversarial relationships where contractual arrangements encourage risk avoidance and risk shedding. Much dependence is placed on 2D documentation to describe a 3D reality. Even when some 3D visualisations are generated, these are often disjointed and reliant on two-dimensional documentation and detailing. Quantities, cost estimates and specifications are generally neither derived from the visualisation model nor linked to documentation. Similarly, collaborative practices between stakeholders are not prioritised and workflow is linear and asynchronous. Under pre-BIM conditions, industry suffers from low investment in technology and lack of interoperability (CWIC, 2004) (NIST, 2004).</p> <p><i>The graphical symbol (left) represents 2D hand-drawn, 2D computer-aided drafting or 3D non-object based software technologies similar to AutoCAD and SketchUP.</i></p>
<p><b>BIM Stage 1</b> <i>Object-based Modelling</i></p>  <p><i>The graphical symbol above represents a single-disciplinary 3D model exemplified by an architect's ArchiCAD, a structural engineer's Revit or a steel detailer's Tekla model.</i></p>	<p>BIM implementation is initiated through the deployment of an 'object-based 3D parametric software tool' similar to ArchiCAD, Revit, Digital Project and Tekla. At Stage 1, users generate single-disciplinary models within either design [D], construction [C] or operations [O] – the three Project Lifecycle Phases. Modelling deliverables include architectural design models [D] and duct fabrication models [C] used primarily to automate generation and coordination of 2D documentation and 3D visualisation. Other deliverables include basic data exports (e.g. door schedules, concrete volumes, FFE costs,...) and light-weight 3D models (e.g. 3D DWF, 3D PDF, NWD, etc...) which have no modifiable parametric attributes.</p> <p>Collaborative practices at Stage 1 are similar to pre-BIM status and there are no significant model-based interchanges between different disciplines. Data exchanges between project stakeholders are uni-directional and communications continue to be asynchronous and disjointed. As only minor process changes occur at Stage 1, pre-BIM contractual relations, risk allocations and organisational behaviour persist. However, the semantic nature of object-based models and their 'hunger' for early and detailed resolution of design and construction challenges encourage 'fast-tracking' of Project Lifecycle Phases – when a project is still executed in a phased manner yet design and construction activities are overlapped to save time (Jaafari, 1997).</p>
<p><b>BIM Stage 2</b> <i>Model-based Collaboration</i></p>  <p><i>The graphical symbol (above) represents the interchange of 3D models between two different disciplines (A and B). This can be exemplified by two-way linking of Revit Architectural and Structural models (a proprietary interoperable exchange) or the interchange of IFC files exported out of multi-disciplinary BIM applications (a non-proprietary interoperable exchange).</i></p>	<p>Having developed single-disciplinary modelling expertise during Stage 1 implementations, Stage 2 players actively collaborate with other disciplinary players. Collaboration may occur in several technical ways following each player's selection of BIM software tools. Two different examples of model-based collaboration include the interchange (interoperable exchange) of models or part-models through 'proprietary' formats (e.g. between Revit Architecture and Revit Structure through the .RVT file format) and non-proprietary formats (e.g. between ArchiCAD and Tekla using the IFC file format).</p> <p>Model-based collaboration can occur within one or between two Project Lifecycle Phases. Examples of this include the Design-Design interchange of architectural and structural models [DD], the Design-Construction interchange of structural and steel models [DC] and the Design-Operations interchange of architectural and facility maintenance models [DO]. It is important to note that only one 'collaborative model' needs to hold 3D geometric data to allow for semantic BIM interchanges between two disciplines. An example of this is the [DC] interchange between a 3D object-based model (e.g. Digital Project), scheduling database (e.g. Primavera or MS project) or a cost estimating database (e.g. Rawlinsons or Timberline). Such interchanges allow the generation of 4D (time analysis) and 5D (cost estimating) studies respectively.</p> <p>Although communications between BIM players continue to be asynchronous, pre-BIM demarcation lines separating roles, disciplines and lifecycle phases start to fade. Some contractual amendments become necessary as model-based interchanges augment and start replacing document-based workflows. Stage 2 also alters the granularity of modeling performed at each lifecycle phase as higher-detail construction models move forward and replace (partially or fully) lower-detail design models.</p>
<p><b>BIM Stage 3</b> <i>Network-based Integration</i></p>  <p><i>The graphical symbol (above) represents the integration of 3D models using a network-based technology. Each of the single-disciplinary models (represented by capital letters) is an integral part of the resulting inter-disciplinary model.</i></p>	<p>At this capability stage, semantically-rich integrated models are created, shared and maintained collaboratively across Project Lifecycle Phases. This integration can be achieved through 'model server' technologies (using proprietary, open or non-proprietary formats), single-integrated/distributed-federated databases (Bentley, 2003) (Liaserin, 2003), Cloud Computing or SaaS (Software as a Service)(Wilkinson, 2008). BIM Stage 3 models become interdisciplinary nD models (Lee et al., 2003) allowing complex analyses at early stages of virtual design and construction. At this Stage, model deliverables extend beyond semantic object properties to include business intelligence, lean construction principles, green policies and whole lifecycle costing. Collaborative work now 'spirals iteratively' around an extensive, unified and sharable data model (Edgar, 2007). From a process perspective, synchronous interchange of model and document-based data cause project lifecycle phases to overlap extensively forming a phase-less process.</p>
<p><b>Integrated Project Delivery</b> <i>Interdependent, real-time models</i></p>  <p><i>The graphical symbol (above) represents the delivery and continuous evolution of a highly integrated multi-dimensional model connected to multiple external databases and knowledge sources in real-time. These include services' grid, building management systems, geographic information systems (GIS), cost databases, operations business logic, etc...</i></p>	<p>Integrated Project Delivery, a term popularised by the American Institute of Architects California Council (AIA, 2007) is, in the author's view, suitable for representing a long-term vision of BIM as an amalgamation of domain technologies, processes and policies. The term is generic enough and potentially more readily understandable by industry than "Fully Integrated and Automated Technology" (FIATECH, 2005), Integrated Design Solutions (ILAL, 2007) or "nD Modelling" (Lee et al., 2003) as three prominent examples. The selection of Integrated Project Delivery (IPD) as the 'goal' of BIM implementations is not to the exclusion of other visions appearing under different names. On the contrary, the path from Pre-BIM (a fixed starting point), passing through three well defined Stages towards a loosely defined IPD is an attempt to include all pertinent BIM visions irrespective of their originating sources.</p>

Figura 2.16: Estágios de capacidade de competências [17].

BIM Competency Areas at Granularity level 1		a	b	c	d	e
		INITIAL	DEFINED	MANAGED	INTEGRATED	OPTIMISED
TECHNOLOGY	Software: applications, deliverables and data	Usage of software applications is unmonitored and unregulated. 3D Models are relied on to mainly generate accurate 2D representations/deliverables. Data usage, storage and exchanges are not defined within organisations or project teams. Exchanges suffer from a severe lack of interoperability.	Software usage/introduction is unified within an organisation or project teams (multiple organisations). 3D Models are relied upon to generate 2D as well as 3D deliverables. Data usage, storage and exchange are well defined within organisations and project teams. Interoperable data exchanges are defined and prioritised.	Software selection and usage is controlled and managed according to defined deliverables. Models are the basis for 3D views, 2D representations, quantification, specification and analytical studies. Data usage, storage and exchanges are monitored and controlled. Data flow is documented and well-managed. Interoperable data exchanges are mandated and closely monitored.	Software selection and deployment follows strategic objectives, not just operational requirements. Modelling deliverables are well synchronised across projects and tightly integrated with business processes. Interoperable data usage, storage and exchange are regulated and performed as part of an overall organisational or project-team strategy.	Selection/use of software tools is continuously revisited to enhance productivity and align with strategic objectives. Modelling deliverables are cyclically being revised/ optimised to benefit from new software functionalities and available extensions. All matters related to interoperable data usage storage and exchange are documented, controlled, reflected upon and proactively enhanced.
	Hardware: equipment, deliverables and location/mobility	BIM equipment is inadequate; specifications are too low or inconsistent across the organisation. Equipment replacement or upgrades are treated as cost items and performed only when unavoidable.	Equipment specifications – suitable for the delivery of BIM products and services - are defined, budgeted-for and standardised across the organisation. Hardware replacements and upgrades are well-defined cost items.	A strategy is in place to transparently document, manage and maintain BIM equipment. Investment in hardware is well-targeted to enhance staff mobility (where needed) and extend BIM productivity.	Equipment deployments are treated as BIM enablers. Investment in equipment is tightly integrated with financial plans, business strategies and performance objectives.	Existing equipment and innovative solutions are continuously tested, upgraded and deployed. BIM hardware become part of organisation's or project team's competitive advantage.
	Network: solutions, deliverables and security/ access control	Network solutions are non-existent or ad-hoc. Individuals, organisations (single location/ dispersed) and project teams use whatever tools found to communicate and share data. Stakeholders lack the network infrastructure necessary to harvest, store and share knowledge.	Network solutions for sharing information and controlling access are identified within and between organisations. At project level, stakeholders identify their requirements for sharing data/information. Dispersed organisations and project teams are connected through relatively low-bandwidth connections.	Network solutions for harvesting, storing and sharing knowledge within and between organisations are well managed through common platforms (e.g. intranets or extranets). Content and asset management tools are deployed to regulate structured and unstructured data shared across high-bandwidth connections.	Network solutions enable multiple facets of the BIM process to be integrated through seamless real-time sharing of data, information and knowledge. Solutions include project-specific networks/portals which enable data-intensive interchange (interoperable exchange) between stakeholders.	Network solutions are continuously assessed and replaced by the latest tested innovations. Networks facilitate knowledge acquisition, storing and sharing between all stakeholders. Optimisation of integrated data , process and communication channels is relentless.

Figura 2.17: Definição dos níveis de maturidade para a área de competências de tecnologia [17].

grupos contem quatro dimensões (*sub-categories*), conduzindo a um total de 32 duas dimensões para efeito de avaliação – o modelo é suportado pela folha de Excel representada na Fig. 2.20 onde é apresentado em comentário uma breve descrição de cada dimensão.

Neste modelo cada dimensão é classificada numa escala de 0 (inexistência) a 1 (plenamente aplicável), sendo a classificação final dada pela soma das classificações de cada dimensão – a pontuação máxima possível e alcançar é por isso 32. A pontuação define o nível de maturidade de acordo com a escala de 5 níveis apresentada na Fig. 2.21.

A maior limitação deste modelo é a subjectividade na classificação de cada dimensão de 0 a 1. É ainda de salientar que o modelo de avaliação de maturidade se foca na riqueza e rigor dos modelos BIM produzidos pela equipa de projecto e não considera os processos e recursos.

## 2.2.8 BIM Quick Scan

O *BIM Quick Scan* [15] foi desenvolvido pela *Netherlands Organisation for Applied Scientific Research* (TNO) para avaliar a maturidade BIM de organizações com base em quatro dimensões (*chapters*)

- (i) organização e gestão;
- (ii) mentalidade e cultura;
- (iii) estrutura e fluxo de informação;



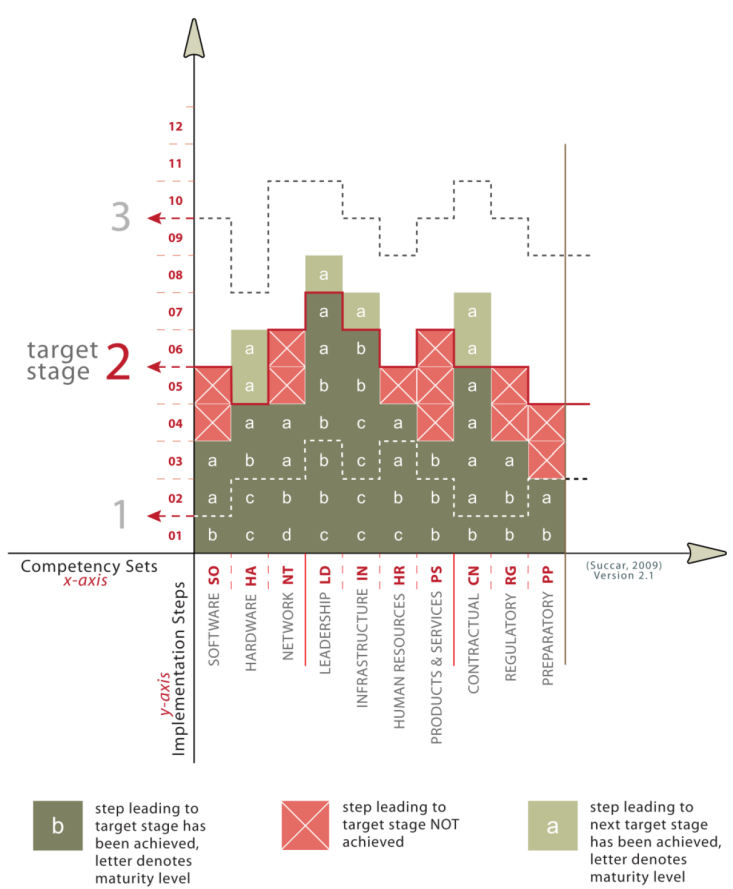


Figura 2.18: Representação gráfica da avaliação de capacidade de maturidade BIM [17].

BIM Maturity Matrix		a	b	c	d	e
Assessment at Granularity Level 1		10 Pts	20 Pts	30 Pts	40 Pts	50 Pts
<b>Technology</b>	Software			●		
	Hardware	●				
	Network		●			
<b>Process</b>	Leadership				●	
	Human Resources			●		
	Infrastructure		●			
<b>Policy</b>	Products & Services		●			
	Contractual		●			
	Regulatory			●		
<b>Stage</b>	Preparatory				●	
	Collaboration [2]			●		
<b>Scale</b>	Organisation [9]		●			
<b>Subtotal</b>		<b>10</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>80</b>	<b>0</b>
<b>Total Points</b>		<b>310</b>				
<b>Maturity Score</b>		<b>25.83</b>				
NOT SUITABLE FOR CERTIFICATION						

Figura 2.19: Calculo de um parâmetro representativo do nível de maturidade global BIM [17].

Category	A - Physical Accuracy of Model	B- IPD Methodology	C - Calculation Mentality	D - Location Awareness	E - Content Creation	F - Construction Data	G - As-Built Modeling	H- FM Data Richness
1	Basic Model Geometry <small>Point Achieved 0</small>	Creation of A BIM Execution Plan <small>Point Achieved 0</small>	Basic Model Information Export (Discipline) <small>Point Achieved 0</small>	Site Orientation <small>Point Achieved 0</small>	Geometrically Correct Content <small>Point Achieved 0</small>	Quantity Takeoffs <small>Point Achieved 0</small>	Post Bid Model Documentation <small>Point Achieved 0</small>	Space Management Data <small>Point Achieved 0</small>
2	Design Requirements <small>Point Achieved 0</small>	Introduction of Structural and MEP Model <small>Point Achieved 0</small>	IPD Integration <small>Point Achieved 0</small>	Existing Environment Awareness <small>Point Achieved 0</small>	Manufacturer's Specific <small>Point Achieved 0</small>	Object Scheduling <small>Point Achieved 0</small>	Coordination Modeling <small>Point Achieved 0</small>	Asset Management <small>Point Achieved 0</small>
3	Design Side Collision Detection <small>Point Achieved 0</small>	Model Managers Role Defined <small>Point Achieved 0</small>	Interdisciplinary Calculations <small>Point Achieved 0</small>	Global Accuracy <small>Point Achieved 0</small>	Design Intent <small>Point Achieved 0</small>	Material Procurement <small>Point Achieved 0</small>	Recapturing Design Intent <small>Point Achieved 0</small>	Manufacturer Specific Information <small>Point Achieved 0</small>
4	Model Accuracy Innovation <small>Point Achieved 0</small>	IPD Methodology Innovation <small>Point Achieved 0</small>	Calculations Innovation <small>Point Achieved 0</small>	Location Innovation <small>Point Achieved 0</small>	Content Innovation <small>Point Achieved 0</small>	Construction Innovation <small>Point Achieved 0</small>	As-Built Innovation <small>Point Achieved 0</small>	FM Data Innovation <small>Point Achieved 0</small>

Figura 2.20: UI BUM proficiency Matrix [12].

Category	Points Achieved	BIM Maturity Score	BIM Standard
A - Physical Accuracy of Model	0	<b>0</b>	BIM Score Between 0-12 = Working Towards BIM
B- IPD Methodology	0		BIM Score Between 13-18 = Certified BIM
C - Calculation Mentality	0		BIM Score Between 19-24 = Silver
D - Location Awareness	0		BIM Score Between 25-28 = Gold
E - Content Creation	0		BIM Score Between 29-32 = Ideal
F - Construction Data	0		
G - As-Built Modeling	0		
H- FM Data Richness	0		

Figura 2.21: Níveis de maturidade definidos pela UI BUM proficiency Matrix [12].

(iv) ferramentas e aplicações.

que compreendem sub-dimensões (KPIs), estando o número máximo destas limitado a 50.

Este modelo funciona com perguntas de resposta múltipla em que a cada resposta corresponde a uma pontuação sendo que a cada sub-dimensão é atribuído um peso para ponderação.

O nível de maturidade BIM corresponde à soma ponderada das classificações que são atribuídas por um consultor BIM certificado pela TNO – isto significa que a opinião do consultor contribui para a definição da resposta mas evita erros de interpretação por parte de indivíduos sem conhecimentos para aplicar o modelo. O limite superior da classificação é aberto por forma a reflectir a evolução do BIM ao longo dos anos – ainda assim é assegurado que um valor do nível de maturidade corresponde sempre a uma dada maturidade independentemente do ano em que a avaliação é efectuada (daí a necessidade de manter o limite superior aberto).

Por forma a disseminar a utilização do BIM Quick Scan, para além da versão do modelo a ser aplicada pelos consultores BIM certificados para avaliação da maturidade BIM, foi desenvolvida uma versão simplificada online gratuita para efeito de auto-avaliação. Foram ainda desenvolvidas guias de aplicação do modelo mas restritos a serem usados por estes consultores.

A informação relativa ao BIM Quick Scan é escassa não tendo sido por isso possível aprofundar os seus fundamentos.

---

## 2.3 Análise crítica resumida dos modelos OAM existentes

Existem diversos trabalhos devotados à análise e comparação dos modelos [18, 5, 1, 9] tendo em vista facilitar a selecção de modelos em função do objecto de avaliação, sendo que da análise levada a cabo e destas referencias se podem extrair as seguintes conclusões:

- (i) nenhuma ferramenta foi reconhecida como referencia na indústria [AECO](#) para avaliação de maturidade;
- (ii) existe um número significativo de ferramentas disponíveis para avaliara a maturidade [BIM](#) mas que não podem ser usadas de forma complementar na medida em que os aspectos/dimensões avaliadas são muito diferentes e os pesos relativos dados a cada aspecto/dimensão são também diferentes (em algumas ferramentas os aspectos/dimensões e os pesos variam consoante a organização a ser avaliada);
- (iii) alguns modelos não podem ser replicados na medida em que não é disponibilizada informação para tal;
- (iv) alguns modelos apresentam um nível de complexidade excessivo e requerem informação especializada, o que não propicia a sua utilização generalizada;
- (v) genericamente as ferramentas disponíveis não disponibilizam uma referência correspondente à pratica actual por forma a que as organizações possam perceber a sua situação no mercado (ou seja, uma *medida de maturidade relativa*), apenas permitindo determinar uma *medida de maturidade absoluta*.



## 3. Modelo para avaliação de maturidade BIM ao nível organizacional

### 3.1 Modelo de maturidade BIM

Tendo em consideração as características dos modelos de maturidade apresentados e os requisitos identificados inicialmente, apesar de nenhum dos modelos propostos permitir uma medida de maturidade relativa em relação ao mercado (*benchmark*) – nem acomodar a evolução futura do BIM nessa medida relativa –, tendo em atenção as dimensões abordadas, a objectividade, a facilidade de uso, o reconhecimento internacional e a disponibilização de linhas de acção futuras, conclui-se que o modelo *Organizational BIM Assessment Profile* (BIMAP) [4] desenvolvido pela Pennsylvania State University (§2.2.2) fornece a melhor base de trabalho actualmente. As Tabelas 3.1 a 3.6 apresentam a adaptação deste modelo usada – a leitura destas tabelas deve ser levada a cabo da esquerda para a direita em que um nível de maturidade elevada pressupõe o cumprimento dos requisitos dos níveis inferiores (caso não exista contradição) conjuntamente com o documento *Organizational BIM Assessment Profile* [4].

Tabela 3.1: Modelo de maturidade BIM – dimensão estratégia.

dimensão	descrição	nível de maturidade					
		0	1	2	3	4	5
estratégia	A missão, visão, metas e objectivos, bem como o suporte á gestão, campeão BIM e a comissão de planeamento BIM.	não existe	inicial	dirigido	definido	gerido quantitativamente	otimizado
missão e metas da organização	A missão é o propósito fundamental para a organização. As metas são objectivos específicos que a organização pretende atingir.	sem missão ou metas organizacionais	missão organizacional básica estabelecida	metas organizacionais básicas estabelecidas	a missão identifica o propósito, serviços e valores (minimamente)	as metas são específicas, mensuráveis, atingíveis, relevantes e oportunas	a missão e as metas são regularmente revistas, geridas e actualizadas (se necessário)
visão e objectivos BIM	A visão é uma imagem do que a organização se esforça por atingir. Objectivos são tarefas específicas ou etapas que quando completas movem a organização em direcção às suas metas.	sem visão ou objectivos BIM definidos	visão básica BIM está estabelecida	objectivos básicos BIM estão estabelecidos	a visão BIM identifica a missão, estratégia e cultura BIM	os objectivos BIM são regularmente revistos, geridos e actualizados (se necessário)	a visão e os objectivos BIM são regularmente revistos, geridos e actualizados (se necessário)
apoio da estrutura de gestão	Apoio demonstrado pela estrutura de gestão à implementação dos processos de planeamento BIM.	sem apoio da gestão	apoio da estrutura de gestão limitado a estudo de viabilidade	apoio total para a implementação BIM com alguns recursos (limitados)	apoio total para a implementação BIM com recursos apropriados	apoio limitado para esforços contínuos com recursos limitados	apoio total para esforços contínuos de implementação BIM

Tabela 3.1: Modelo de maturidade BIM – dimensão estratégica (continuação).

campeão BIM	O campeão BIM é a pessoa que é tecnicamente competente e motivada para orientar a organização para melhoria de processos, promovendo a adopção, gerindo a resistência à mudança e assegurando a implementação do BIM.	sem campeão BIM	campeão BIM identificado mas com disponibilidade limitada para a iniciativa BIM	campeão BIM com tempo dedicado à iniciativa BIM	múltiplos campeões BIM dedicados a diferentes grupos de trabalho	campeão BIM ao nível executivo trabalhando de perto com os líderes dos grupos de trabalho	campeão BIM ao nível executivo trabalhando de perto com os líderes dos grupos de trabalho
comissão de planeamento BIM	A comissão de planeamento BIM é responsável pelo desenvolvimento de uma estratégia BIM para a organização	sem comissão de planeamento BIM estabelecida	pequena comissão ad-hoc constituída apenas pelos interessados em BIM	comissão BIM formalizada mas não inclui todas as unidades operacionais	comissão de planeamento BIM multidisciplinar com membros de todas as unidades operacionais	comissão de planeamento BIM incluindo todos os membros a todos os níveis da organização incluindo executivos	as decisões de planeamento BIM estão integradas no planeamento estratégico da organização

Tabela 3.2: Modelo de maturidade BIM – dimensão usos BIM.

dimensão	descrição	nível de maturidade					
		0	1	2	3	4	5
usos do BIM	Usos específicos de dados de modelos BIM.	não existe	inicial	dirigido	definido	gerido quantitativamente	otimizado
usos no projecto	Usos específicos do BIM em projectos.	não estão identificados usos do BIM em projectos	são satisfeitos requisitos BIM mínimos do cliente	uso do BIM mínimo em projectos específicos	uso intensivo do BIM com partilha de informação limitada entre entidades	uso intensivo de BIM com partilha de informação entre entidades no decorrer da fase de projecto (design stage)	uso intensivo de BIM com partilha de informação entre entidades no decorrer de todas as fases de um projecto
usos operacionais	Métodos específicos de implementação do BIM dentro da organização.	não estão identificados usos do BIM para fins operacionais	o modelo BIM (como construído) é recebido para fins operacionais	dados de modelos BIM importados/referenciados para fins operacionais	dados de modelos BIM são geridos manualmente para fins operacionais	dados de modelos BIM estão integrados nos sistemas operacionais	a manutenção dos dados dos modelos BIM é feita pelos sistemas operacionais em tempo real



Tabela 3.3: Modelo de maturidade BIM – dimensão processos.

dimensão	descrição	nível de maturidade					
		0	1	2	3	4	5
<b>processos</b>	Os meios pelos quais os usos BIM são realizadas.	<b>não existe</b>	<b>inicial</b>	<b>dirigido</b>	<b>definido</b>	<b>gerido quantitativamente</b>	<b>otimizado</b>
processos de projecto	Documentação de processos externos de projecto BIM.	não existem processos externos BIM documentados	processos BIM de alto nível documentados para cada equipa	processos BIM de alto nível integrados documentados	documentação de processos BIM detalhada para os principais usos BIM	documentação de processos BIM detalhada para todos os usos BIM	documentação de processos BIM detalhada e regularmente mantida e actualizada
processos organizacionais	Documentação de processos internos organizacionais BIM	não existem processos internos organizacionais BIM documentados	processos BIM de alto nível documentados para cada unidade operacional	processos BIM de alto nível organizacional integrados documentados	documentação de processos BIM detalhada para os principais usos organizacionais	documentação de processos BIM detalhada para todos os usos BIM	documentação de processos BIM detalhada e regularmente mantida e actualizada

Tabela 3.4: Modelo de maturidade BIM – dimensão informação.

dimensão	descrição	nível de maturidade					
		0	1	2	3	4	5
informação	As necessidades de informação referem-se ao nível de desenvolvimento do modelo e aos requisitos de informação não geométrica.	não existe	inicial	dirigido	definido	gerido quantitativamente	otimizado
estrutura de elementos do modelo	A estrutura de elementos do modelo corresponde aos identificadores atribuídos a cada elemento físico ou funcional do modelo	estrutura organizacional de elementos do modelo inconsistente	estrutura organizacional de elementos do modelo definida mas não uniforme por toda a organização	estrutura organizacional de elementos do modelo uniforme por toda a organização	estrutura organizacional de elementos do modelo alinhada com as normas da indústria	estrutura organizacional de elementos do modelo atualizada com as normas da indústria	alterações da organização à estrutura de elementos do modelo das normas são postas à votação para serem incluídas como normas da indústria
nível de desenvolvimento (LOD)	O nível de desenvolvimento descreve o nível de completude com o qual um elemento do modelo foi desenvolvido.	nível de desenvolvimento inconsistente	LOD definido mas não padronizado por toda a organização	LOD padronizado por toda a organização	LOD padronizado da organização alinhado com as normas da indústria	model view definitions (MVD) e information delivery manual (IDM) usados para definir o LOD	alterações da organização aos MVD e IDM são postas à votação para serem incluídas como normas da indústria

Tabela 3.4: Modelo de maturidade BIM – dimensão informação (continuação).

informação não geométrica	Informação não geométrica é informação não gráfica que pode ser anexada aos objectos no modelo e que define várias características do objecto.	requisitos de informação não geométrica inconsistentes	informação não geométrica definida mas não standardizada internamente	informação não geométrica definida e standardizada pela organização	atributos organizacionais relativos a informação não geométrica alinhados com as normas da indústria	atributos organizacionais relativos a informação não geométrica actualizados com normas abertas	atributos organizacionais relativos a informação não geométrica actualizados com normas abertas
---------------------------	--	--	---	---	--	---	---

Tabela 3.5: Modelo de maturidade BIM – dimensão infraestrutura.

dimensão	descrição	nível de maturidade					
		0	1	2	3	4	5
infraestrutura	Sistemas tecnológicos e físicos necessários para a operação do BIM na organização.	não existe software BIM	inicial	dirigido	definido	gerido quantitativamente	otimizado
software	Aplicações informáticas e outra informação operacional usada por um computador para implementar BIM.	não existe software BIM	software com a capacidade de aceitar dados BIM	software BIM básico	software BIM avançado	software BIM está disponível para todos os colaboradores	está definido um programa para actualização contínua do software BIM
hardware	Ligações físicas e equipamentos requeridos para armazenar e executar o software BIM	não existe hardware capaz de executar software BIM	algum hardware capaz de executar software BIM básico	todo o hardware é capaz de executar software BIM básico	alguns sistemas de hardware avançados na organização	todo o hardware da organização é capaz de executar software avançado BIM	está definido um programa para actualização contínua dos sistemas de hardware BIM
espaços físicos	Áreas funcionais numa instalação usadas para implementar o BIM devidamente na organização.	não existe espaço dedicado ao BIM	um posto de trabalho para visualizar dados BIM	espaço pequeno para colaboração com um monitor suficientemente grande para múltiplos visualizadores	sala BIM para colaboração com monitores grandes	múltiplos espaços de trabalho colaborativo no interior da zona de trabalho normal	está definido um programa para actualização contínua dos espaços BIM

Tabela 3.6: Modelo de maturidade BIM – dimensão pessoal.

dimensão	descrição	nível de maturidade					
		0	1	2	3	4	5
<b>pessoal</b>	Recursos humanos de uma organização.	<b>não existe</b>	<b>inicial</b>	<b>dirigido</b>	<b>definido</b>	<b>gerido quantitativamente</b>	<b>otimizado</b>
papeis e responsabilidades	Papeis são as principais funções assumidas por uma pessoa no interior de uma organização. Responsabilidades são as tarefas ou obrigações que alguém deve fazer como parte de um papel.	não existem papeis e responsabilidades documentadas	o BIM é da responsabilidade do campeão BIM	o BIM é da responsabilidade de um grupo BIM interdisciplinar	a responsabilidade pelo BIM está em cada unidade operacional	a responsabilidade pelo BIM é de cada colaborador	as responsabilidades BIM são regularmente revistas para assegurar que estão devidamente distribuídas
hierarquia organizacional	A organização dos colaboradores e agrupamento funcionais no âmbito da organização.	a hierarquia organizacional não aborda o BIM	o campeão BIM está fora da hierarquia organizacional típica	pequena equipa de implementação BIM fora da hierarquia organizacional típica	criado um grupo BIM alargado e interdisciplinar	está definido um campeão BIM em cada unidade operacional	equipa de implementação BIM dá apoio aos usos do BIM nas equipas operacionais
educação	Educação é a instrução formal acerca de um assunto.	não existe programa educacional	educação ad hoc conforme necessário	apresentações formais acerca do que é o BIM e dos seus benefícios para a organização	são conduzidas regularmente sessões de educação dos colaboradores	programas de educação estabelecidos à medida para a organização	a educação é aprimorada continuamente por meio de lições aprendidas dentro da organização

Tabela 3.6: Modelo de maturidade BIM – dimensão pessoal (continuação):

treino	Treino é a instrução requerida para tornar um colaborador apto, qualificado ou proficiente em uma tarefa ou processo específico.	não existe programa de treino	programa de treino executado por fornecedores apenas para os colaboradores que se considera necessário	programa interno de treino para todos os colaboradores que podem interagir com o BIM	programas de treino estabelecidos à medida para a organização	o treino é aprimorado continuamente por meio de lições aprendidas dentro da organização
abertura à mudança	A vontade e o estado de preparação de uma organização para integrar o BIM.	sem consciencialização da necessidade de mudanças	estabelecida a necessidade do BIM	compromisso da administração de topo	compromisso de todos os colaboradores	a vontade de mudança faz parte da cultura organizacional

---

O nível de maturidade BIM (NMB) corresponde é um valor que varia de 0 a 100 obtido pela soma dos valores dos níveis de maturidade das sub-dimensões apresentadas nas Tabelas 3.1 a 3.6 adimensionalizado dividindo esta soma por 100 (20 sub-dimensões multiplicadas por 5). O nível de maturidade para cada dimensão (NMBD) calcula-se de forma análoga dividindo a soma dos valores dos níveis de maturidade das sub-dimensões correspondentes pelo produto de 5 e o número de sub-dimensões.

Por forma a ultrapassar a lacuna decorrente da inexistência de uma medida de maturidade relativa propõe-se que o modelo a desenvolver/adaptar seja alvo de uma aplicação generalizada, anónima e periódica no sector cujos resultados globais possam ser publicitados. Desta forma a ferramenta onde o modelo será implementado deve ser *online* por forma a permitir armazenar os resultados para efeito de *benchmark* e calcular a média das classificações no período em análise, designada *nível de maturidade médio* (NMM).

Deve propor-se às organizações a repetição da avaliação de maturidade BIM numa base anual (caso em que o NMM será relativo a resultados de um ano) ou bi-anual (caso em que o NMM será relativo a resultados de meio ano) e deve ainda ponderar-se manter o limite superior da escala em aberto por forma a ser possível aumentar o número de patamares para cada dimensão de forma a permitir que, à semelhança do modelo *BIM QuickScan* (§2.2.8) o modelo possa acompanhar a evolução do BIM e possam ser adicionadas dimensões adicionais.

## 3.2 Selo de maturidade BIM

O modelo de avaliação e maturidade proposto na §3.1 será usado para uma auto-avaliação regular tendo em vista a identificação e acções de melhoria por parte das empresas e a sua avaliação relativa perante o mercado (tal como referido na §3.1), mas servirá também para determinar uma classificação – por parte de uma entidade externa – que permita identificar o nível de maturidade da empresa, credibilizando a informação que esta transmite aos parceiros relativa às competências BIM. Propõe-se que o selo de maturidade BIM apresente os seguintes níveis:

- (i) sem atribuição de selo – classificação (NMB) inferior a 25% da média da indústria (NMM);
- (ii) prata – classificação (NMB) superior ou igual a 25% e inferior a 50% da média da indústria (NMM);
- (iii) ouro – classificação (NMB) superior ou igual a 50% e inferior a 75% da média da indústria (NMM) em que nenhuma dimensão pode ter uma classificação (NMBD) inferior a 25% da média da indústria para essa dimensão;
- (iv) platina – classificação (NMB) superior ou igual a 75% da média da indústria (NMM) em que nenhuma dimensão pode ter uma classificação (NMBD) inferior a 50% da média da indústria para essa dimensão.

Para além da classificação, o selo deve dar indicação da data em que esta foi obtida para acautelar as evoluções futuras do modelo referidas na §3.1 (p. ex. novas dimensões) e para referenciar o NMM usado para efeito de atribuição do selo.

---

O selo serve assim como uma ferramenta que permite não só mostrar o nível de maturidade num determinado instante mas a evolução da organização com a indústria e a sua performance perante a própria evolução da indústria.



# Bibliografia

- [1] Ammar Azzouz, Alexander Copping, and Paul Shepherd. An investigation into building information modelling assessment methods (bim-ams). In *51st ASC Annual International Conference Proceedings*.
- [2] M. Bew and M. Richards. Bim maturity model. In *Construct IT Autumn 2008 Members' Meeting*.
- [3] Computer Integrated Construction Program. *BIM Planning Guide for Facility Owners (v2.0)*. The Pennsylvania State University, 2013.
- [4] Computer Integrated Construction Research Program. *BIM planning guide for facility owners*. The Pennsylvania State University, 2012.
- [5] A. Dakhil, M. Alshawi, and J. Underwood. Bim client maturity: literature review. In *12th International post-graduate research conference 2015 of University of Salford*, Manchester, 2015.
- [6] Jing Du, Rui Liu, and Raja Issa. Bim cloud score: Benchmarking bim performance. *J. Constr. Eng. Manage.*, 140(11), 2014.
- [7] EN ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling. Part 1: Concepts and principles (ISO 19650-1:2018). Norma, European Committee for Standardization, 2018.
- [8] B. Giel. *Framework for evaluating the BIM competencies of facility owners*. Thesis, 2013.
- [9] B. Giel and R. Issa. Synthesis of existing bim maturity toolsets to evaluate building owners. *Computing in Civil Engineering*, 2013.
- [10] B. Giel and R. Issa. Framework for evaluation the bim competencies of facility owners. *Journal of Management in Engineering*, 32(2), 2015.

- 
- [11] National Institute of Building Sciences. *United States National Building Information Modeling Standard. Version 1 – Part 1: Overview, principles, and methodologies*. National Institute of Building Sciences, 2007.
- [12] University of Indiana. *Building Information Modeling Guidelines and Standards for Architects, Engineers and Contractors*. University of Indiana, 2009.
- [13] PAS 1192-2:2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. Norma, British Standards Institution, 2013.
- [14] Joaquim Pontes. *Modelo de maturidade BIM para a indústria nacional*. 2016.
- [15] Rizal Sebastian and BerloLéon van Berlo. Tool for benchmarking bim performance of design, engineering and construction firms in the netherlands. *Architectural Engineering and Design Management*, 6(4), 2010.
- [16] B. Succar and M. Kassem. Macro-bim adoption: Conceptual structures. *Automation in Construction*, 57:64–79, 2015.
- [17] B. Succer. *Building information modelling maturity matrix*. IGI Publishing, 2010.
- [18] Chengke Wu, Bo Xu, Chao Mao, and Xiao Li. Overview of bim maturity measurement tools. *Journal of Information Technology in Construction*, 22:34–62, 2017.