

ptBIM 2020 – 3º Congresso Português de *Building Information Modelling*
26 e 27 de novembro e 4 de dezembro de 2020, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

O MESTRADO EUROPEU BIM A+

Miguel Azenha ⁽¹⁾, **José Luís Granja** ⁽¹⁾, **Tomo Cerovšek** ⁽²⁾, **Bruno Figueiredo** ⁽³⁾, **Žiga Turk** ⁽²⁾, **Alberto Pavan** ⁽⁴⁾, **Pietro Crespi** ⁽⁴⁾, **José Carlos Lino** ⁽¹⁾, **Isabel Valente** ⁽¹⁾, **Helder Sousa** ⁽¹⁾

(1) ISISE, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Guimarães, miguel.azenha@civil.uminho.pt

(2) *University of Ljubljana*, Ljubljana, Eslovénia

(3) Escola de Arquitetura da Universidade do Minho, Guimarães

(4) Politecnico di Milano, Milão, Itália

Resumo

O artigo apresenta o enquadramento do Mestrado Europeu BIM A+ (www.bimaplus.org), liderado pela Universidade do Minho em consórcio com a Universidade de Ljubljana (Eslovénia) e o Politecnico di Milano (Itália). Trata-se de um Mestrado com duração de um ano letivo, dirigido a Arquitetos, Engenheiros ou especialidades afins, que conta com financiamento por parte do programa ERASMUS+ durante 4 anos letivos desde 2019/2020.

1. Introdução

O ensino do BIM em contexto académico e profissional tem sido alvo de debate nas edições anteriores do PTBIM, com a equipa da Universidade do Minho a apresentar contribuições nas duas vertentes mencionadas [1, 2]. No entanto, é sabido que a complexidade inerente à temática BIM no sentido abrangente não se compadece com o tempo disponível durante uma unidade curricular no âmbito dum ciclo de estudos integrados, ou num curso de curta duração dirigido a profissionais. De facto, para que haja realmente profundidade na abordagem das temáticas inerentes e relacionadas com BIM, urge a existência de projetos de ensino dedicados a BIM e à digitalização na construção, que permitam que profissionais da indústria AECO possam atingir níveis de maturidade BIM extremamente elevados em períodos de tempo relativamente curtos. De facto, a quantidade de conceitos e técnicas que é necessário dominar para desempenhar de forma ágil e excelente as metodologias inerentes ao BIM é elevada, sendo já reconhecido um conjunto de objetivos no contexto da buildingSMART [3], bem como no âmbito da normalização Europeia ao abrigo da CEN TC442 [4], e mesmo no contexto mundial, com a recente emissão e tendência de crescimento da série de normas ISO 19650 [5] e normas afins. Para dar resposta a este tipo de situações, existem já há alguns anos alguns projetos de ensino de Mestrado, normalmente com duração entre 1 e 3 anos letivos, dos quais se destacam alguns exemplos:

- Projeto de ensino UK: *Digital Engineering Management MSc* - 3 anos letivos [6];
- Projeto de ensino UK: *BIM and digital built environments* - 1 ano letivo [7];
- Projeto de ensino UK: *Building Information Modelling (BIM) in Design Construction and Operations* - 1 ano letivo [8];
- Projeto de ensino UK: *Building Information Modelling (BIM) MSc* - 2 anos letivos [9];
- Projeto de ensino AU: *Building Information Modelling and Integrated Project Delivery* - 1 ano letivo [10];
- Projeto de ensino FR: *Mastère spécialisé® BIM, conception intégrée et cycle de vie du bâtiment et des infrastructures* - 2 anos letivos [11].

Nos ciclos de estudo acima mencionados, e em muitos outros, constatam-se três lacunas muito importantes, que acabaram por ser princípios norteadores para as definições do Mestrado Europeu BIM A+ a que diz respeito o presente artigo: (i) alguns dos ciclos de estudos têm uma duração de 2 ou mais anos, o que força a interrupção significativa da vida profissional para especialização em BIM; (ii) os Mestrados são apenas lecionados por uma instituição, estando limitados ao conhecimento e especialização inerentes ao corpo docente dessa mesma instituição, mesmo apesar de poderem contar com breves períodos com docentes convidados externos; (iii) não detêm marcada ligação à indústria na sua própria génese, nem tão-pouco mantêm vínculo permanente a empresas/instituições externas no apoio à definição dos seus programas e realização de dissertações em ambiente empresa.

2. A génese da ideia e a criação do consórcio

Um dos primeiros pontos que permitiu considerar a criação de um Mestrado Europeu exclusivamente dedicado a BIM foi a experiência consolidada da equipa da UMinho no ensino BIM, com unidades curriculares exclusivamente dedicadas a BIM desde 2012/2013 no Mestrado em Construção e Reabilitação Sustentáveis [12], e desde 2014/2015 no Mestrado Integrado em Engenharia Civil [13]. A essas experiências acrescia também a coordenação do CursoBIM [14], já em funcionamento desde 2014, e entretanto acreditado pelo Sistema de Acreditação da Formação Contínua para Engenheiros – OE+AcCEdE® [15].

Em paralelo, as Escolas de Engenharia e Arquitetura da Universidade do Minho tinham já encetado vários trabalhos de colaboração em contexto de BIM e modelação paramétrica, inclusive com demonstração pública aquando da realização do 1º PTBIM, por parte do colega Bruno Figueiredo em *workshop* dedicado em sessão plenária sobre modelação paramétrica, tirando partido da especialização obtida no contexto dos seus trabalhos de doutoramento em gramáticas de forma [16].

Por outro lado, dentro da Universidade do Minho, havia já uma experiência significativa com um projeto de ensino combinado entre várias instituições: o Mestrado Europeu em Análise Estrutural de Construções Históricas – SAHC [17], já em operação desde 2006, tendo sido financiado pelo programa ERASMUS+ durante os primeiros 10 anos de operação.

Com base nos fatores capacitadores acima mencionados, em conjunto com as lacunas existentes em projetos de ensino identificada na introdução deste artigo, surgiu a ideia de implementação de um Mestrado Europeu na temática BIM, de tal forma ambicioso nos seus propósitos, que a sua implementação dependesse do apoio de financiamento europeu ao abrigo do programa

ERASMUS+. Por essa mesma razão, e tendo em conta as regras do programa de financiamento [18], foi necessária a definição de um total de dois parceiros adicionais académicos beneficiários. Assim sendo, e tendo apenas um conjunto de ideias base em mente, foram procurados parceiros dentro de redes de parceria e confiança já pré-estabelecidas, e tendo em conta a necessidade de estabelecimento de consórcio envolvendo instituições com competências e provas dadas complementares em contexto BIM. Ora, a Universidade do Minho, enquanto coordenadora do consórcio dispunha já de competências importantes na área de modelação BIM em projetos de engenharia e arquitetura, particularmente na modelação paramétrica e *scripting* nesse mesmo contexto. A parceria ficou então completa com:

- Universidade de *Ljubljana* (UL), Eslovénia, com equipa liderada pelo Prof. Tomo Cerovšek. A equipa detém significativo trabalho na área da informática da construção (particularmente em contexto de interoperabilidade) e processos colaborativos em BIM.
- *Politecnico di Milano* (PoliMi), Itália, com equipa liderada pelo Prof. Pietro Crespi (substituindo a liderança inicial pelos colegas Alberto Franchi e Paola Ronca). A equipa da PoliMi, tal como da UMinho, conta com um programa de ensino BIM há vários anos, tendo, no entanto, centrado importante parte das suas competências nas áreas de gestão da construção e sustentabilidade, bem como no contexto da aplicação BIM em contexto de construções antigas e históricas.

Os contactos para fundar este consórcio de parceiros beneficiários decorreram entre o final de 2014 e início de 2015, para um Mestrado cuja primeira aula decorreu no dia 1 de outubro de 2019. Com a identificação deste espaço temporal pretende-se salientar a complexidade inerente à preparação de um novo ciclo de estudos, particularmente quando estão envolvidos vários parceiros a conferir o grau (i.e. grau múltiplo), bem como a preparação de algo totalmente novo em termos de conteúdos, e a necessidade de captar financiamento num contexto extremamente competitivo como são os Mestrados ERASMUS+.

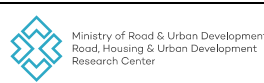
Em termos de composição do consórcio, é importante também assinalar a mobilização de outras instituições e empresas para apoio à definição dos conteúdos, forma do mestrado, e disponibilidade para receção de alunos durante a realização de dissertação de Mestrado, orientada para resolução de problemas reais de investigação, ou de prática na inovação/implementação BIM. Apesar do número de parceiros ter evoluído ao longo dos últimos anos, apresenta-se a lista atual de parceiros associados, agrupados de acordo a tipologia institucional:

Tabela 1: Lista dos parceiros do consórcio BIM A+

Universidades



Institutos de I&D



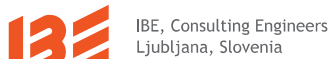
Organizações em fins locrativos



Consultores BIM



Gabinetes de projeto



Empreiteiros



Empresas de software



3. O processo de acreditação e candidatura ERASMUS+

3.1. Acreditação do ciclo de estudos nos três países envolvidos

Um dos passos fundamentais para assegurar a viabilidade do novo ciclo de estudos foi a acreditação do mesmo no contexto nacional de cada um dos três países envolvidos. Os contextos acabaram por ser bastante diferentes, tendo no entanto necessidade de apresentação de todo o programa e unidades curriculares (detalhados na secção 4.2):

- UMinho: aprovação inicial do processo no Senado Académico da UMinho (depois de aprovações internas ao nível do Departamento de Engenharia Civil e da Escola de Engenharia). Necessidade de submissão do processo de acreditação à Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior (A3ES) [19], com respetiva avaliação, esclarecimentos e aprovação final.
- UL: aprovação inicial no Senado Académico, sucedida de acreditação a nível nacional. Neste caso a aprovação foi relativamente rápida, devido ao processo de acreditação ter sido conduzido como extensão a acreditação existente do ciclo de estudos em Engenharia Civil.
- PoliMi: foi apenas necessária a acreditação a nível do Senado académico, uma vez que a acreditação de Mestrados de Nível II em Itália não está sujeita a controlo a nível nacional.

3.2. Mestrados Conjuntos Erasmus Mundus (MCEM) – ERASMUS+

Uma vez que existia a intenção de obtenção de apoio financeiro no âmbito do programa EMJMD, a própria génese do Mestrado BIM A+ foi condicionada pelos requisitos desse mesmo programa. Apresenta-se de seguida um conjunto de traços gerais do programa, sendo que para detalhes se recomenda a leitura do “*ERASMUS+ Programme Guide*” [18].

Os Mestrados Conjuntos Erasmus Mundus (MCEM) visam: fomentar melhorias de qualidade, inovação, excelência e internacionalização nas instituições de ensino superior; aumentar a qualidade e a atratividade do Espaço Europeu do Ensino Superior (EEES) e apoiar a ação externa da UE no domínio do ensino superior, oferecendo bolsas de estudo para todo o ciclo de estudos aos melhores estudantes de Mestrado a nível mundial; melhorar o nível de competências e aptidões dos detentores do grau de Mestre e, especialmente, a pertinência dos Mestrados Conjuntos para o mercado de trabalho através de um maior envolvimento das entidades patronais.

Um Mestrado Conjunto Erasmus Mundus (MCEM) é um programa de estudos internacional integrado de alto nível, disponibilizado por um consórcio internacional de instituições de ensino superior de diferentes países e, quando pertinente, outros parceiros educativos e/ou não educativos, com especialização e interesse específicos nas áreas de estudo/nos domínios profissionais abrangidos pelo programa conjunto. A sua especificidade reside no elevado grau de “natureza conjunta”/integração e no excelente conteúdo e metodologia que oferecem. Não há qualquer limitação em termos de disciplinas.

4. Aspetos estruturais e organizacionais

4.1. Calendário e mobilidade

O programa do mestrado BIM A+ tem duração de um ano académico (60 créditos ECTS) e é realizado de forma rotativa entre os parceiros. No primeiro ano académico 2019/2020, o semestre letivo (de outubro a março) está concentrado na Universidade do Minho ou na Universidade de Ljubljana e a elaboração da Dissertação (de março a julho) pode ser realizada em qualquer uma das três instituições envolvidas. Isso resulta em 4 possíveis caminhos de mobilidade, como apresentado na Figura 1.

	Caminho 1	Caminho 2	Caminho 3	Caminho 4
1º semestre componente letiva	 Univerza v Ljubljani	 Univerza v Ljubljani	 Universidade do Minho	 Universidade do Minho
2º semestre dissertação	 Universidade do Minho	 POLITECNICO MILANO 1863	 POLITECNICO MILANO 1863	 Univerza v Ljubljani

Figura 1: Caminho de mobilidade possíveis do primeiro ano letivo do BIM A+.

A localização do semestre letivo muda a cada ano escolar: em 2020/2021, a componente letiva acontece na Universidade do Minho e Politecnico di Milano; para 2021/2022, a componente letiva acontece na Universidade de Ljubljana e Politecnico di Milano.

É obrigatório que os alunos realizem toda a componente letiva num local e a dissertação noutra. O caminho da mobilidade é baseado nas preferências dos alunos, levando em consideração o equilíbrio adequado entre diferentes instituições. O currículo é exatamente o mesmo, independentemente do caminho de mobilidade do aluno.

4.2. As unidades Curriculares BIM A+1 a BIM A+6

O programa do BIM A+ é composto por sete unidades curriculares (UC), com seis unidades sequenciais durante a componente letiva e uma dissertação. Na presente secção, descreve-se o conjunto UC BIM A+1 a BIM A+6.

BIM A+1: Gestão de Informação e Colaboração em BIM

A unidade curricular cobre conceitos fundamentais que são necessários para compreender o uso do BIM. São abordados os conceitos teóricos necessários que serão suportados por exercícios aplicados realizados pelos alunos para lhes conferir conhecimento prático.

A estratégia global da unidade curricular cobre um conjunto de atividades necessárias na implementação de protocolos BIM e tipologias de contrato relacionadas, incluindo IPD (*Integrated Project Delivery*) e conceção / construção. Serão também abordadas questões críticas relacionadas com o uso de ferramentas específicas, bem como requisitos para serviços e colaboração. Coordenador global da UC: Tomo Cerovšek (UL).

Programa sucinto

1. Conceitos de gestão de projetos BIM
2. Os novos papéis e responsabilidades em projetos BIM colaborativos
3. Planeamento estratégico de projetos BIM
4. LOD – Nível de detalhe/desenvolvimento
5. EIR – Requisitos de informação
6. Questões contratuais
7. Implementação BIM
8. Estratégias de colaboração BIM
9. Bases de comunicação baseada em modelos

BIM A+2: Modelação na Arquitetura e Engenharia

Nesta unidade curricular pretende-se cobrir um conjunto de conceitos, métodos e ferramentas relacionadas com a modelação dos vários projetos de especialidades de arquitetura e engenharia em plataformas de modelação BIM. Releva-se que a aprendizagem prática é efetuada com base em projeto (i.e. “*project-based learning*”), com atribuição de tarefas aos alunos a realizar em grupo quer no período prático da aula, quer no período de estudo entre aulas consecutivas. Coordenador global da UC: Miguel Azenha (UM).

Programa sucinto

1. Introdução aos requisitos de modelação e usos de acordo com as especialidades de Arquitetura e Engenharia (AES - *Architecture and Engineering Specialties*)
2. Usos BIM nas especialidades de Arquitetura e Engenharia
3. Estratégias de modelação versus Usos BIM
4. Objetos pré-existentes em software BIM e novos objetos nas AES
5. Normas e recomendações de modelação

6. Desenho e representação.
7. Técnicas de levantamento e modelação das condições existentes. Tópicos gerais de levantamento. Sistemas de coordenadas/referência e interconversão. Aspectos metroológicos. Digitalização a laser. Fotogrametria.
8. Modelação BIM na Arquitetura: aspetos aplicados e casos de estudo
9. Modelação BIM na Engenharia de Estruturas: aspetos aplicados e casos de estudo
10. Modelação BIM na Engenharia de redes mecânicas, elétricas e hidráulicas: aspetos aplicados e casos de estudo
11. *Workshop* em impressão 3D e Realidade Virtual

BIM A+3: Modelação Paramétrica em BIM

A unidade curricular tem como objetivo dotar os estudantes de um conhecimento profundo dos conceitos subjacentes à modelação paramétrica. Os alunos são estimulados a explorar de forma avançada a utilização de abordagens paramétricas para a geração de objetos BIM complexos através de editores interativos e livrarias de objetos. Por fim são abordadas as capacidades de *scripting* oferecidas pelas plataformas BIM para extensão das suas capacidades em face das necessidades específicas do projeto e/ou utilizador. Coordenador global da UC: Bruno Figueiredo (UM).

Programa sucinto

1. História e tópicos sobre modelação paramétrica e gramáticas de forma na construção
2. Introdução à modelação de objetos na perspetiva do utilizador
3. Aplicações de modelação paramétrica em contexto BIM: utilização prática de ferramentas como Grasshopper e Dynamo
4. Uso avançado de objetos em plataformas BIM
5. Execução de *scripting* em plataformas BIM, incluindo aspetos históricos e práticos

BIM A+4: Sistemas de Dados Avançados e Interoperabilidade em BIM

A unidade curricular cobre os conceitos principais de interoperabilidade que são necessários para uma adequada gestão de problemas de interoperabilidade. São cobertos conceitos teóricos relacionados com a interoperabilidade ao nível técnico, semântico e organizacional, que serão por sua vez suportados por exercícios aplicados por parte dos alunos. Coordenador global da UC: Žiga Turk (UL).

Programa sucinto

1. Introdução aos sistemas de dados e definição de interoperabilidade
2. Barreiras e facilitadores de interoperabilidade
3. O papel dos Vocabulários Controlados
4. Trocas de dados em BIM
5. O conceito Open-BIM
6. Interoperabilidade de dados BIM
7. Introdução à ISO STEP 10303 e à linguagem EXPRESS
8. IFC – Industry Foundation Classes
9. Certificação IFC
10. IFD: *international framework for dictionaries*
11. Interoperabilidade entre disciplinas distintas em BIM

12. Interoperabilidade em modelos de Arquitetura
13. Interoperabilidade em modelos de Engenharia de Estruturas
14. Interoperabilidade em modelos de Engenharia de Redes mecânicas, elétricas e hidráulicas

BIM A+5: Utilização e Aplicações de 4D, 5D e 6D

A unidade curricular cobre o valor do BIM e os impactos em projeto e construção (i.e. gestão de processos BIM, gestão da construção, IPD), assim como os requisitos e usos de interesse para as dimensões 4D, 5D e 6D (tempo, custos e gestão de operações/manutenção). Os alunos são estimulados a explorarem os mapas de processos relacionados com BIM 4D, 5D e 6D e a descreverem o processo de digitalização em termos de fluxos de trabalho e mecanismos de troca de dados (incluindo papéis de gestão de dados, entregas de dados e sistemas de interface). Coordenador global da UC: Alberto Pavan (PoliMi).

Programa sucinto

1. O valor do BIM (4D, 5D, 6D)
2. Gestão de processos de negócio
3. Gestão de processos na construção
4. Integrated Project Delivery e comunicação unificada
5. BIM 4D: ferramentas para gestão de projetos
6. Project Accounting Management
7. BIM 5D: ferramentas para gestão de custos
8. Gestão de instalações (operação e manutenção) e energia
9. BIM 6D: Ferramentas para gestão de operação e manutenção
10. BIM to Field
11. Papeis e procedimentos BIM
12. Gestão de contratos e BIM
13. eProcurement e BIM
14. Common Data Environment

BIM A+6: Reabilitação e Análise de Sustentabilidade Baseadas em BIM

A BIM A+6 é dedicada ao estudo de processos BIM em edifícios existentes. Nesta unidade curricular os estudantes deverão ser capazes de gerir as várias fases do projeto, concurso, construção e gestão da manutenção durante o processo de reabilitação de um edifício existente. Nesta unidade são abordados também métodos de análise de sustentabilidade através de análises do ciclo de vida e de análises energéticas com recurso a modelos BIM. Coordenador global da UC: Pietro Crespi (PoliMi).

Programa sucinto

1. Organização geral e gestão das várias fases de projeto, concurso, construção e gestão de operações na reabilitação de edifícios existentes
2. Reutilização de edifícios existentes. O levantamento.
3. Ferramentas, métodos e instrumentos para levantamento de edifícios existentes
4. A modelação 3D do levantamento
5. O modelo estrutural e a coordenação estruturas/ arquitetura
6. Modelo para análise estrutural dinâmica do edifício
7. Projeto de reabilitação e detalhes construtivos

8. Soluções para a reutilização de edifícios existentes: modelação e orçamentação
9. Reutilização sustentável com o sistema LEED
10. Modelação MEP dos edifícios existentes e deteção de colisões
11. BIM para BEM: Gestão e análise energética – Parte 1
12. BIM para BEM: Gestão e análise energética – Parte 2
13. LCC na construção e avaliação do retorno de investimento
14. As fases no projeto de reutilização de edifícios existentes. Verificação de modelos.

4.3. A dissertação

Na unidade curricular pretende-se que o estudante pesquise sobre conceitos, modelos e instrumentos relativos ao planeamento de um trabalho de investigação, passando à posterior elaboração e defesa de uma dissertação original.

O trabalho de investigação consiste na implementação das tarefas planeadas, apoiando o desenvolvimento do trabalho conducente à redação e apresentação da dissertação. Neste contexto, pretende-se que o estudante desenvolva a sua capacidade para integrar conhecimento, lidar com questões complexas, assim como a sua capacidade de compreensão e de resolução de problemas em situações novas e em contextos relacionados com a sua área de estudo, desenvolvendo soluções e reflexões sobre o tema em estudo.

Em cada localização, o organizador local é responsável por recolher um conjunto suficiente de temas de dissertação. Estes temas são sugeridos tanto pelos parceiros do consórcio BIM A+ assim como pelo corpo docente interno da universidade correspondente.

5. Conclusões

No presente artigo foram apresentados vários aspetos relacionados com o Mestrado Europeu em *Building Information Modelling* BIM A+, desde a génese da ideia até à implementação do projeto de ensino, com ilustração de vários aspetos já implementados, uma vez que decorre atualmente o primeiro ano letivo do Mestrado. Foi possível evidenciar a complexidade de implementação de um projeto deste tipo, bem como ilustrar a complementaridade dos membros do consórcio na constituição de um programa curricular considerado inovador e único a nível mundial.

6. Agradecimentos

Agradece-se o financiamento ao Mestrado Europeu em *Building Information Modelling* BIM A+ pela bolsa nº 2018-1482/001-002 do programa ERASMUS+, em vigor desde 2018. Acresce também uma palavra especial de agradecimento aos colegas Paulo Lourenço e Daniel Oliveira do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade do Minho que tiveram papel fundamental, quer no encorajar da ideia inicial (na pessoa de Paulo Lourenço), quer no apoio cedido nos processos de acreditação, candidatura e implementação.

Referências

- [1] Azenha, M., Lino, J. C., Caires, B., Campos, M., Costa, A. A., Lacerda, N., Martins, J. P., Reis, F., Ribeiro, J. A., and Sousa, J. P. (2018). Curso BIM: uma abordagem eficiente através de aprendizagem orientada por projetos, dirigida para a indústria da AEC. presented at the 2º Congresso português de Building Information Modelling, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.
- [2] Azenha, M., Lino, J. C., and Couto, J. P. (2016). Implementação BIM nos projetos de ensino do Departamento de Engenharia Civil da UMinho. presented at the 1º Congresso português de Building Information Modelling, Universidade do Minho, Guimarães.
- [3] buildingSMART (2018). buildingSMART Professional Certification - PHASE 1: Individual Qualification - Overview and Sponsorship Plan. ed.
- [4] CEN/TC (2020). CEN/TC 442 - Building Information Modelling (BIM). in *TC 442*, ed.
- [5] ISO (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. in *ISO 19650-1*, ed. Genève, Switzerland: International Organization for Standardization.
- [6] UCL (2020). *MSc Digital Engineering Management*. U. C. London. Disponível em: https://www.ucl.ac.uk/bartlett/construction/programmes/postgraduate/msc-digital-engineering-management?utm_source=findamasters&utm_medium=cpc&utm_campaign=113015_de_m_msc_push&utm_content=listing, acedido em: 01-01-2020
- [7] US (2020). *BIM and digital built environments*. U. o. Salford. Disponível em: https://beta.salford.ac.uk/courses/postgraduate/bim-and-digital-built-environments?utm_source=FindAMasters&utm_medium=CourseListing&utm_campaign=ExternalSites, acedido em: 01-01-2020
- [8] UWE (2020). *Building Information Modelling (BIM) in Design Construction and Operations*. U. o. t. W. o. England. Disponível em: <https://courses.uwe.ac.uk/K2101/building-information-modelling-bim-in-design-construction-and-operations>, acedido em: 01-01-2020
- [9] UL (2020). *Building Information Modelling (BIM) MSc*. U. o. Liverpool. Disponível em: <https://www.liverpool.ac.uk/study/postgraduate-taught/taught/bim-msc/overview/>, acedido em: 01-01-2020
- [10] BU (2020). *Building Information Modelling and Integrated Project Delivery*. B. UNIVERSITY. Disponível em: <https://www.mastersportal.com/studies/275579/building-information-modelling-and-integrated-project-delivery.html>, acedido em: 01-01-2020
- [11] ENPC (2020). *MASTÈRE SPÉCIALISÉ® BIM, CONCEPTION INTÉGRÉE ET CYCLE DE VIE DU BÂTIMENT ET DES INFRASTRUCTURES*. É. d. P. P. Tech. Disponível em: <http://www.enpc.fr/mastere-specialise-bim-conception-integree-cycle-vie-batiment-infrastructures>, acedido em: 01-01-2020
- [12] MCERS (2020). *Mestrado em Construção e Reabilitação Sustentáveis*. Disponível em: <http://civil.uminho.pt/mcers/>, acedido em: 01-01-2020
- [13] MIEC (2020). *Mestrado Integrado em Engenharia Civil*. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/ensino.php>, acedido em: 01-01-2020
- [14] CursoBIM (2020). *Curso de Building Information Modelling*. Disponível em: <https://www.cursobim.com/>, acedido em: 01-01-2020

- [15]OE (2020). *Sistema de Acreditação da Formação Contínua para Engenheiros – OE+AcCEdE®*. O. d. Engenheiros. Disponível em: <https://www.ordemengenheiros.pt/pt/a-ordem/admissao-e-qualificacao/formacao-continua/>, acedido em: 01-01-2020
- [16]Figueiredo, B. (2016). Descodificação do De re aedificatoria de Alberti: gramáticas de forma para a análise e geração de edifícios sagrados. PhD, Universidade do Minho,
- [17]SAHC (2020). *Advanced Masters in Structural Analysis of Monuments and Historical Constructions*. Disponível em: <http://www.msc-sahc.org/>, acedido em: 01-01-2020
- [18]UE (2020). Erasmus+ Guia do Programa. *União Europeia*.
- [19]A3ES (2020). *Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior*. Disponível em: <https://www.a3es.pt/>, acedido em: 01-01-2020