

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Engenharia

Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído

Felippe Abasse e Braga

**PLANO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DA UFMG**

Belo Horizonte,

2018

FELIPPE ABASSE E BRAGA

**PLANO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DA UFMG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Marques Arantes

Belo Horizonte,

2018

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado à minha família, aos meus amigos e aos colegas e professores do Curso de Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído, do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da UFMG, em especial a meu orientador, o Professor Doutor Eduardo Marques Arantes.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a toda minha família. Em especial a minha mãe Tânia e a minha irmã Caroline, pelos conselhos, incentivos, apoio e carinho durante toda minha vida. A meu avô Dib e a meu padrinho Dib José, pelos exemplos e ensinamentos.

Aos meus amigos e aos colegas de curso, que proporcionaram muitos aprendizados neste último ano, tanto acadêmicos e profissionais, quanto pessoais.

A arquiteta Joana Gontijo, colega de profissão, pela confiança no meu trabalho ao longo dos últimos 7 anos. E aos demais arquitetos e engenheiros com os quais trabalho diariamente e aprendo cada vez mais.

A Professora Doutora Ana Cecília Nascimento Rocha Veiga da Universidade Federal de Minas Gerais e ao Professor Doutor Hsein Kew da Universidade de Kingston, em Londres, pelos ensinamentos e pelas orientações que precederam esse trabalho. E aos demais alunos e professores da UFMG que contribuíram para as pesquisas aqui apresentadas.

A Professora Doutora Regina Coeli Ruschel, pelos conselhos e elucidações que contribuíram para o desenvolvimento de propostas mais precisas para o cenário estudado.

E por último, mas não menos importante, a meu orientador, o Professor Doutor Eduardo Marques Arantes, pelos ensinamentos, incentivos e pela ajuda durante a elaboração desta monografia.

RESUMO

A crescente necessidade de utilização do BIM pelo setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), aliada com a percepção de ele precisa ser mais e melhor abordado pelas instituições de ensino superior brasileiras, motivou o desenvolvimento de pesquisas relacionadas à adoção do tema em países como Inglaterra, Austrália, Singapura, Alemanha e Finlândia para posteriormente propor um plano para implementação da Modelagem da Informação da Construção na UFMG. Assim, este trabalho busca contribuir para a melhoria do ensino do BIM na Universidade e, conseqüentemente, para sua utilização no mercado de trabalho, especificamente na indústria de AECO. Para isso, utilizou-se da pesquisa bibliográfica e de entrevistas com 26 professores do Curso de Graduação em Engenharia Civil. O trabalho foi dividido em cinco etapas: coleta de informações a partir de referencial bibliográfico; elaboração de um evento semestral voltado ao tema; estruturação de um programa de treinamento dos professores interessados em aprender mais sobre o BIM; criação de uma ementa da disciplina optativa multidisciplinar; e proposição de um laboratório para a formação de alunos especialistas em BIM. As propostas para o evento e o laboratório foram feitas a partir de exemplos bem-sucedidos encontrados no Brasil e no mundo. A criação da ementa, por sua vez, foi substituída por recomendações a uma disciplina optativa já existente no Curso. Já o programa de treinamento dos docentes não foi elaborado, pois acredita-se que, se realizado, contaria com a participação de poucos professores e não teria os resultados inicialmente desejados. Ainda sim, espera-se que as medidas por este trabalho propostas sejam efetivamente implementadas para acelerar o processo de adoção do BIM na UFMG. Aconselha-se aos diferentes departamentos que compõem o Curso que formem uma equipe multidisciplinar responsável pela implementação desse plano, levando em conta os aspectos por este trabalho discutidos. A UFMG, assim como outras universidades de ensino superior do país, deve incentivar a buscar pelo conhecimento e preparar os estudantes para a vida profissional. Por isso, a abordagem de conceitos, processos, políticas e tecnologias relacionadas ao BIM e a outros assuntos relevantes é essencial para a formação de bons profissionais e deve acompanhar as tendências do setor.

Palavras-chave: BIM. Ensino. Engenharia Civil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Número de professores participantes da pesquisa.....	28
Figura 2 – Participação dos docentes, por departamento.....	29
Figura 3 – Conhecimento dos docentes em relação ao BIM	30
Figura 4 – Importância da implementação do BIM nos currículos de estudantes e profissionais de AECO	30
Figura 5 – Importância do domínio do BIM por parte dos docentes.....	31
Figura 6 – O quão bem preparados os docentes estão para disseminar conteúdos relacionados ao BIM?	32
Figura 7 – Interesse dos professores em ministrar/participar de treinamentos, palestras e seminários sobre BIM.....	32
Figura 8 – Disponibilidade dos docentes para participar de atividades relacionadas ao BIM	33
Figura 9 – Dificuldades de implementação do BIM na UFMG	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Disciplinas que possuem interface com o BIM em cada ciclo do curso de Engenharia Civil da UFMG	21
--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 1: A MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO	13
CAPÍTULO 2: O BIM NA EUROPA E NO BRASIL.....	15
2.1. O BIM NA EUROPA	15
2.2. O BIM NO BRASIL	16
CAPÍTULO 3: O BIM NA UFMG	18
3.1. LEVANTAMENTO DE INICIATIVAS NA UNIVERSIDADE	18
3.2. ANÁLISE DA MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL	20
3.3. PESQUISA COM ESTUDANTES E PROFESSORES DA UFMG	21
3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
CAPÍTULO 4: EVENTO SEMESTRAL	24
4.1. ENSINO E PESQUISA	26
4.2. PLATAFORMAS E TECNOLOGIAS	26
4.3. CASOS DE SUCESSO	27
4.4. AÇÕES DE INCENTIVO AO BIM.....	27
CAPÍTULO 5: TREINAMENTO DOS PROFESSORES	28
CAPÍTULO 6: DISCIPLINA OPTATIVA MULTIDISCIPLINAR	35
CAPÍTULO 7: LABORATÓRIO NO <i>CAMPUS</i>	36
CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
APÊNDICES	41
APÊNDICE A: FORMULÁRIO – ROTEIRO PARA PESQUISA COM OS PROFESSORES	41

INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos dois anos, foi notável o crescimento do uso da Modelagem da Informação da Construção (ou *Building Information Modelling* – BIM) e dos debates relacionados ao tema em todas as esferas da indústria de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), tanto no Brasil quanto em outros países ao redor do mundo.

O conceito, muito falado, mas nem tão bem conhecido, pode ser definido como um processo de desenvolvimento de projetos a partir da representação – em ambiente virtual – das características de uma edificação, sejam elas físicas ou funcionais, durante todo seu ciclo de vida. Para isso, o processo se baseia em uma metodologia de troca e compartilhamento de informações por equipes multidisciplinares (BRAGA, 2016; MDIC, 2015; PENTTILÄ, 2006; SUCCAR, 2009).

Os benefícios oferecidos pelo BIM podem ser alcançados em projetos de todos os tipos e tamanhos. Do ponto de vista tecnológico, a adoção do BIM permite a integração entre modelos com informações de qualidade e bancos de dados do projeto para construir uma representação virtual de um empreendimento e todos os seus recursos. Além disso, todas as partes interessadas podem ter acesso a dados confiáveis que facilitam a colaboração, reduzem os riscos e aumentam o retorno do investimento (MOLITCH-HOU, 2017).

O BIM e os termos semelhantes a ele não são recentes, mas os estudos, discussões e aplicações relacionados a eles se intensificaram somente nos últimos cinco anos, principalmente em países como Reino Unido, Estados Unidos, Alemanha, Finlândia, Noruega, Suécia, França, Singapura, Austrália e China. No Brasil, o número de pesquisas voltadas ao assunto também cresceu nos últimos anos e muitas empresas já empregam o BIM em seus projetos. Porém, o nível de adoção e, principalmente, a propagação do conhecimento não são satisfatórios. De acordo com Souza, Amorim e Lyrio (2009) e Louzas (2013), os maiores empecilhos para a implantação do BIM encontrados no Brasil envolviam os investimentos necessários para aquisição de equipamentos e plataformas, os custos com treinamentos, a não utilização do BIM por parte dos parceiros de projeto e, principalmente, a mudança de cultura e de processos dentro das empresas. O relatório BIM no Brasil e na União Europeia, elaborado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e publicado em 2015, mostra que houve pouca mudança nesse cenário (MDIC, 2015). Um outro estudo realizado dentro da Universidade Federal de Minas Gerais entre 2015 e 2016, concluiu que o

desenvolvimento do BIM no Brasil está atrasado, se comparado com outros países, e que há um grande desinteresse e falta de conhecimento por parte dos alunos e docentes da universidade em relação ao tema (BRAGA, 2016).

Visando explorar o potencial de abordagem do BIM dentro da UFMG, esse trabalho consiste na continuação do estudo acima citado, com a elaboração de um plano para inserção de metodologias, conceitos e tecnologias BIM nos currículos dos alunos de graduação em Engenharia Civil da UFMG – e se possível, de cursos correlatos, para que o mesmo possa ser posteriormente implementado e analisado. Busca-se, portanto, contribuir para a melhoria do ensino do BIM na Universidade e, conseqüentemente, para sua utilização no mercado de trabalho, especificamente na indústria de AECO.

Mais especificamente, objetiva-se:

- elaborar um plano de ações para implementação de um evento semestral com a presença de professores, estudantes, empresas, fornecedores de softwares e especialistas convidados para debater sobre o assunto;

- estruturar um programa de treinamento dos docentes interessados em aprender mais sobre o tema;

- desenvolver uma ementa de uma disciplina optativa multidisciplinar aberta aos cursos das Escolas de Arquitetura e Engenharia, voltada exclusivamente ao BIM, para que os alunos possam aprender os conceitos, metodologias e ferramentas relacionadas ao assunto e trabalhar coletivamente para a elaboração e/ou análise de projetos;

- planejar a criação de um laboratório no *campus* da Universidade para ajudar na formação de alunos especialistas em BIM, através da elaboração de treinamentos em plataformas específicas; realização de seminários e palestras com professores e profissionais referência na área; desenvolvimento de projetos de empreendimentos sociais em BIM; e difusão do conhecimento para empresas e outras instituições de ensino.

O conhecimento adquirido pelos profissionais durante o período que estão na universidade é determinante para uma boa formação dos mesmos e contribui para a aquisição e desenvolvimento de novas habilidades. Logo, esse trabalho mostra-se essencial pois dá continuidade à pesquisa iniciada anteriormente e possibilita a elaboração de medidas que podem corrigir os problemas encontrados. Medidas que, se implementadas, irão melhorar a qualidade do ensino da Universidade, capacitando ainda mais os estudantes e aumentando o conhecimento dos docentes. Além disso, ele acompanha as tendências de ensino e de mercado,

ao buscar soluções práticas para um tema cada vez mais abordado no cenário da indústria de AECO.

O trabalho, porém, será limitado ao cenário da UFMG, por ser uma proposta de implementação complexa, que demanda um conhecimento maior sobre o ambiente e as peculiaridades da UFMG – local onde ela será implementada. Por isso, serão necessárias análises e discussões que não podem ser generalizadas para outras instituições de ensino, ainda que possam servir como modelo ou referência para as mesmas.

Como discutido por Braga (2016), a adoção da Modelagem da Informação da Construção é um caminho sem volta. Adiar os estudos e debates nas universidades, a implementação nas empresas e a elaboração de guias, normas e documentos auxiliares por parte dos órgãos responsáveis só piora a situação, contribuindo para aumentar a defasagem entre o conhecimento dos profissionais e as necessidades da indústria.

Pensando nisso, elaborou-se uma metodologia de desenvolvimento desse trabalho composta por quatro etapas, descritas a seguir.

1ª etapa: pesquisa bibliográfica, a partir da leitura de cartilhas, manuais, relatórios, artigos, monografias, dissertações e teses relacionados ao tema. As informações coletadas auxiliaram na revisão do estudo desenvolvido durante a graduação sobre a análise de adoção do BIM na Europa, no Brasil e na UFMG. Para dar continuidade a essa pesquisa e focar nos objetivos anteriormente propostos, foram definidas quatro medidas principais a serem desenvolvidas ao longo do trabalho, descritas nas etapas 2 a 5.

2ª etapa: elaboração do plano de ações para implementação do evento semestral, que será estruturado com a ajuda de professores e baseando-se em outros eventos estudados. Por fim, será feito um levantamento dos possíveis interessados para posterior contato e convite.

3ª etapa: estruturação do programa de treinamento dos professores interessados em aprender mais sobre o tema, a partir de entrevistas com docentes e empresas que são referência no assunto, para que o produto final seja convidativo, objetivo e eficiente.

4ª etapa: criação da ementa da disciplina optativa multidisciplinar com auxílio dos representantes das Escolas de Arquitetura e de Engenharia (professores e alunos), que serão convidados para debater sobre a ementa, contribuindo para a elaboração de uma disciplina inovadora na UFMG. Além disso, outras disciplinas já existentes e ministradas em outras instituições de ensino também serão analisadas.

5ª etapa: proposição do projeto (ideia) do laboratório para a formação de alunos especialistas em BIM, a partir da análise prévia de casos semelhantes ao redor do mundo nos quais os resultados foram satisfatórios e do diagnóstico do contexto no qual a UFMG está inserida.

CAPÍTULO 1: A MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

Equivocadamente, muitas vezes o BIM é simplificarmente entendido como uma plataforma de modelagem tridimensional. Ao estudá-lo mais, percebe-se que ele também abrange outros conceitos, apresentados de maneiras diferentes por diversos autores, mas com similaridades e convergindo para uma definição semelhante.

De acordo com o Instituto Real de Arquitetos Britânicos – um prestigiado órgão profissional para arquitetos do país em questão – o BIM é a representação virtual dos atributos de uma edificação por todo seu ciclo de vida (NBS, 2014). Succar (2009), por sua vez, mostra que dentro do conceito da Modelagem da Informação da Construção estão todas as políticas, processos e tecnologias que geram uma metodologia para o gerenciamento de projetos e informações digitais ao longo do ciclo de vida do empreendimento. Eastman *et al.* (2011) completa o raciocínio ressaltando a importância de entender que o BIM não é apenas uma tecnologia, mas uma mudança de processos. Os autores ainda comentam que esse equívoco é alimentado pela indústria de desenvolvimento de plataformas BIM, que usam o termo exaustivamente para caracterizar as funcionalidades de seus produtos.

Uma nova forma de conceber projetos, abordando todas as etapas do ciclo de vida dos empreendimentos de maneira integrada, colaborativa e multidisciplinar, requer o envolvimento de todo o setor de AECO, desde os escritórios de arquitetura, empresas de engenharia e construtoras até as instituições de ensino, órgãos do governo e usuários (BRAGA, 2016).

De acordo com Carmona e Carvalho (2017), é cada vez maior o número de pesquisadores e usuários que notaram que as mudanças necessárias para a adoção do BIM, assim como os benefícios obtidos com ele, não se limitam a plataformas e/ou tecnologias. Elas devem passar por um processo de alteração na cultura dos agentes do setor, redefinindo processos de projeto, cargos, funções e até formas de contratação. Abdirad e Dossick (2016) completam o raciocínio mostrando que tem crescido o interesse por parte dos educadores relacionados ao setor de AECO em integrar o BIM aos currículos dos estudantes de graduação.

Vale ressaltar que a abrangência do BIM também não se limita às edificações, mas tem impacto nas indústrias de produtos, materiais, estradas, manutenção e demolição de obras. Porém, segundo o MDIC (2015), o setor da construção é visto como elemento central do

processo de implementação do BIM na indústria, porque é nele que são criadas as demandas para os demais setores.

Para Guile e Quinn (1988), o sucesso de uma empresa vai muito além de uma abordagem local ou regional. Ele é determinado pelo conjunto de atividades globais nos mercados internacionais e pela competitividade e capacidade inovadora de cada empresa/instituição. Essas características são fundamentais enquanto premissas para o crescimento e sustentabilidade da organização. Por fim, os autores afirmam que o desenvolvimento de uma empresa de maneira economicamente sustentável, socialmente justa e ambientalmente ecológica é resultado da capacidade de seus profissionais em criar vantagens competitivas e estratégias que as diferenciem das demais.

Sendo assim, o BIM mostra-se novamente muito importante para auxiliar no desenvolvimento de profissionais, projetos, universidades, empresas e, conseqüentemente, da indústria de AECO no mundo. Ao ajudar na gestão de empreendimentos e principalmente, de informações, contribui para a redução de erros e para a melhora na qualidade do produto, possibilitando o desenvolvimento anteriormente mencionado.

CAPÍTULO 2: O BIM NA EUROPA E NO BRASIL

2.1. O BIM NA EUROPA

Segundo Barrison e Santos (2011), é cada vez maior a demanda de empresas de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação por profissionais que saibam trabalhar em projetos que utilizam conceitos, metodologias e ferramentas BIM. Além disso, alguns países adotaram como políticas públicas a obrigatoriedade de projetos em BIM, como o Reino Unido e a Finlândia. Pensando nisso, instituições acadêmicas ao redor do mundo estão implementando cursos e programas de ensino para melhor capacitar os estudantes e acompanhar essa tendência.

Este capítulo busca apresentar as iniciativas de destaque na Europa e no Brasil, com foco no âmbito educacional.

Na Europa, uma iniciativa que vem se destacando na área é o trabalho desenvolvido pela *Geospatial Media and Communications*, uma organização internacional que busca facilitar a colaboração e demonstrar a importância e os benefícios da utilização de tecnologias e informações geoespaciais para empresas, órgãos do governo e instituições educacionais. A equipe se dedica à realização de eventos voltados ao tema e à produção de relatórios sobre o uso de tecnologias geoespaciais e sobre a melhoria da produtividade, eficiência, conformidade e mecanização da indústria de construção a partir da utilização conjunta do BIM e do Sistema de Informação Geográfica (GIS). (GEOSPATIAL MEDIA AND COMMUNICATIONS, 2014).

Além disso, existe a Iniciativa 5D, formada por seis das maiores empresas de engenharia e construção da Europa com o objetivo de desenvolver novas ferramentas de Tecnologia da Informação (TI) para aprimorar os processos de projeto, construção e operação de edificações e obras de infraestrutura no continente. Desde 2012, os membros organizam eventos e elaboram relatórios voltados ao BIM, parte deles voltados exclusivamente às áreas de ensino e pesquisa, para fomentar a discussão e estudo do tema nas universidades europeias (BRAGA, 2016).

Ao buscar publicações voltadas à discussão do ensino do BIM nas universidades europeias, no entanto, percebe-se que a tendência no continente é focar em estudos mais voltados ao mercado de trabalho e à prática projetual, do que à abordagem do tema nas instituições de ensino superior. Badrinath, Chang e Hsieh (2016) mostram que, no Reino Unido por exemplo, foram feitas apenas duas publicações de destaque relacionadas ao BIM desde 2010, apesar

existência do Grupo de Tarefas e da grande necessidade do país em adotar o BIM devido à Estratégia de Construção do Governo do Reino Unido 2011-2015, que definiu o Nível de Maturidade 2 como o método de trabalho mínimo obrigatório para todos os projetos do setor público a partir de 2016. Além disso, os autores encontraram outros oito trabalhos sobre BIM e educação na Europa (Irlanda, Finlândia, Dinamarca, Bélgica, Holanda, Áustria, Portugal e Letônia). Para eles, as barreiras linguísticas precisam ser superadas para que os educadores e pesquisadores possam compartilhar mais seus conhecimentos, experiências e esforços para ajudar a disseminar o BIM no continente e em todo o mundo.

2.2. O BIM NO BRASIL

No Brasil, diversas experiências de ensino-aprendizagem em BIM foram realizadas recentemente em algumas das principais universidades do país e os resultados foram posteriormente apresentados/publicados para fomentar discussões relativas ao tema. Porém, o nível de adoção do BIM no Brasil ainda é baixo, principalmente se comparado com outros países.

Para Checcucci (2014), as maiores dificuldades observadas no cenário brasileiro são a necessidade de colaboração entre os profissionais e pesquisadores do setor; a falta de integração de diferentes conteúdos e disciplinas; a falta de espaço nas matrizes curriculares dos cursos de graduação em Engenharia Civil e Arquitetura; o pouco ou nenhum conhecimento em relação ao BIM por parte dos professores; e o alto custo para aquisição de equipamentos e plataformas.

Menezes (2011) afirma que, apesar das dificuldades de adoção do BIM, ele já começou a ser adotado por vários profissionais, principalmente nas áreas de orçamentos, arquitetura, estruturas e instalações.

As vantagens encontradas a partir da utilização do BIM em projetos de Arquitetura e Engenharia no Brasil, segundo Justi (2010), são a economia de tempo (e, conseqüentemente, a redução de custos do empreendimento), a diminuição de erros e retrabalhos no projeto, a melhor coordenação das equipes, a maior qualidade do produto e as novas oportunidades de negócios.

Ao analisar as publicações voltadas ao ensino do BIM pelas universidades brasileiras, percebe-se que o esforço para estudar e discutir o tema no país é bem maior que na Europa, só ficando atrás da Austrália e Estados Unidos (BADRINATH, CHANG E HSIEH, 2016). No total, foram encontrados 61 publicações e 12 trabalhos relevantes e nos últimos sete anos, com

destaque para os desenvolvidos na Universidade de São Paulo, na Universidade Estadual de Campinas, na Universidade Federal de Minas Gerais, na Universidade Federal do Rio de Janeiro e na Universidade Federal da Bahia. Os temas variam, por exemplo, entre ações colaborativas multidisciplinares, inclusão de disciplinas BIM no currículo dos estudantes e diagnóstico de experiências nacionais e internacionais.

Uma iniciativa de destaque – que foi analisada para a elaboração de uma das cinco etapas desse trabalho – está sendo desenvolvida desde 2015 no Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo pelo Professor Doutor João Luiz Calmon: o Laboratório de Engenharia Simultânea e BIM busca estudar as relações entre esses dois conceitos a partir da utilização de ferramentas computacionais para o planejamento de uma edificação ainda na sua fase de projeto. A ideia do projeto é identificar as potencialidades do BIM na construção civil para alcançar melhores resultados em termos de desempenho, qualidade e redução de custos (SALUME, 2016).

Considerando o tamanho e importância da indústria da construção brasileira, deve-se ressaltar que a utilização do BIM em grande escala tem potencial de aumentar significativamente o retorno de investimentos e, em último caso, contribuir para o crescimento econômico do país, ao: melhorar os processos de desenvolvimento de projetos; diminuir erros e retrabalhos; aprimorar a gestão e compartilhamento de dados; e prever resultados e controlar riscos. Sendo assim, os agentes que elaboram e executam políticas, assim como os pesquisadores e profissionais do setor, devem desenvolver iniciativas para aumentar a difusão do BIM no Brasil, tanto pelas empresas quanto pelos centros de ensino.

Completando o raciocínio, segundo Succar (2009), são necessários estágios de desenvolvimento para que o BIM possa ser efetivamente implementado na indústria ou nas instituições acadêmicas. E para cada ambiente no qual ele será implantado, um plano único deve ser elaborado, pensando no cenário em questão, mas levando em conta outras iniciativas de sucesso encontradas em outros locais. Pensando nisso, Braga (2016) buscou estudar o tema dentro do contexto da UFMG, para levantar embasamento teórico e realizar pesquisas que sustentassem as propostas presentes neste trabalho.

CAPÍTULO 3: O BIM NA UFMG

Um diagnóstico da abordagem do BIM no Curso de Graduação em Engenharia Civil da UFMG foi realizado por Braga (2016) para descobrir como o tema e os conhecimentos relacionados a ele estavam sendo apresentados aos alunos de graduação. O trabalho foi dividido em três partes – apresentadas a seguir – e, como conclusão, faz sugestões para agilizar e melhorar a implementação BIM na Universidade. Este presente trabalho, portanto, dá continuidade ao anterior ao planejar diretrizes, projetos e disciplinas para atingindo todo o potencial que o BIM pode fornecer.

3.1. LEVANTAMENTO DE INICIATIVAS NA UNIVERSIDADE

Braga (2016) realizou um levantamento de cursos, disciplinas, grupos, projetos e eventos nos quais o BIM é abordado dentro da UFMG. Foram descritas duas disciplinas de pós-graduação e um grupo de pesquisa (já extinto), além de um curso, um projeto e eventos voltados ao tema. Para complementar esse levantamento, também é apresentada a seguir uma disciplina optativa voltada ao tema.

Atualmente, são ministradas duas matérias de especialização voltadas ao BIM. A primeira é oferecida anualmente pelo Departamento de Engenharia de Materiais e Construção no Curso de Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído. A segunda é ofertada dentro do Curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído, pelo Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo.

Outra disciplina é ministrada para os alunos matriculados no Curso de Mestrado em Construção Civil, também oferecido anualmente pelo Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. A matéria é teórica e voltada exclusivamente ao BIM.

Há ainda uma disciplina optativa – não abordada por Braga (2016), mas utilizada como uma das referências deste trabalho – chamada *Tópicos em Análise de Modelos de Engenharia*, que busca introduzir os principais conceitos referentes à Gestão de Projetos com ênfase nas Tecnologias da Informação, em especial o BIM. Ela é dividida em duas partes, uma teórica e outra prática. A primeira busca apresentar as definições da Modelagem da Informação da Construção, assim como suas dimensões e benefícios, além de discutir temas como interoperabilidade, códigos abertos e proprietários, servidores, colaboração no processo de

projeto, compatibilização de projetos, entre outros. Na segunda parte, os alunos são divididos em grupos para identificar e especificar os componentes existentes nos modelos de um projeto composto por várias disciplinas (Arquitetura, Estrutura, Elétrica, Hidráulica, Ar-condicionado e Incêndio). Além disso, eles desenvolvem métodos de compatibilização dos projetos com a verificação de interferências entre os mesmos.

O BIM foi também discutido por muito tempo na Universidade através de um grupo de pesquisa. Durante 10 anos, o Grupo de Pesquisa em Gestão de Projetos, Arquitetura Efêmera e Tecnologia de Museus (GRAFT) foi um grupo interdisciplinar na área de gestão de projetos, museus e exposições que contou com 23 pesquisadores e promoveu quatro projetos, dois deles dedicados exclusivamente ao estudo do BIM. O primeiro foi realizado em 2015 e elaborou e testou metodologias de ensino BIM para projetos arquitetônicos, através de aulas, tutoriais, práticas, *workshops* e EAD. O segundo buscou analisar o uso do BIM em projetos e empreendimentos brasileiros por meio da avaliação de metodologias já institucionalizadas que estavam sendo usadas pelos profissionais do setor na época. Foram explorados tópicos como a integração de dados, a interdisciplinaridade, a colaboração e troca de conhecimento, além da correlação entre as metodologias adotadas e os conteúdos ensinados nos cursos de graduação (BRAGA, 2016).

A quarta iniciativa encontrada na UFMG é desenvolvida pelo Centro Avançado de Desenvolvimento Tecnológico e Ensino da Computação Gráfica (CADTEC), pertencente ao Departamento de Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia da UFMG. Ele oferta semestralmente o curso de *Autodesk Revit Architecture* para ensinar a prática dessa plataforma dentro de uma nova concepção do conceito de modelagem da informação da construção aplicado à área de projetos. Ele teve início no segundo semestre de 2012 e, desde então, foram ministradas aulas para 12 turmas. O CADTEC também ganhou o primeiro lugar no concurso Mãos à Obra, promovido pela Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG) e pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) com o Projeto *Regulariza PBH*, que desenvolveu uma ferramenta que utiliza tecnologias BIM para verificação automática de critérios para aprovação de projetos de regularização de edificações na Prefeitura de Belo Horizonte (BRAGA, 2016).

Por último, mas não menos importante, foram apresentados os eventos organizados pela UFMG relacionados ao BIM. No dia 29 de agosto de 2012, foi realizado na Escola de Engenharia um seminário com o tema *Tecnologia BIM – A Engenharia, Arquitetura Construção e Operação do Amanhã Começa Agora*, com o apoio do CADTEC. O evento teve

duração de um dia, com capacidade para 400 inscritos. Ele contou com a participação de representantes da *Autodesk* e da Diretoria da Escola de Engenharia para formalizar a parceria entre a empresa e a Escola, além de professores e alunos da UFMG. O objetivo de sua realização foi divulgar a experiência dos palestrantes e mostrar a importância do BIM para comunidade de AECO do Estado de Minas Gerais. No dia 30 de setembro de 2015, uma palestra relacionada ao tema também foi realizada na Escola de Engenharia, dessa vez pelo Programa de Pós-Graduação em Construção Civil do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. Com o tema *BIM em Empreendimentos de Construção Civil*, o evento contou com a participação do pesquisador e consultor português António Ruivo Meireles, CEO da *ndBIM Virtual Building*. Ele falou sobre o uso do BIM desde o processo de incorporação até as fases de operação e manutenção de edifícios, abordando algumas plataformas utilizadas e *cases* de sucesso.

3.2. ANÁLISE DA MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Braga (2016) realizou também uma análise da atual matriz curricular do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade, versão 2013/1. As disciplinas foram examinadas para descobrir quais trabalham ou possam vir a trabalhar com conceitos, metodologias e/ou tecnologias relacionados ao tema, utilizando uma metodologia criada pela Professora Doutora Érica de Sousa Checcucci da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

O estudo limitou-se a identificar em que momentos da formação dos alunos e em quais disciplinas o BIM pode ser discutido e trabalhado. Com ele, foi possível identificar, além das disciplinas que tem possibilidade de abordagem do BIM, os períodos nos quais há necessidade de maior inserção do tema, as etapas do curso nas quais ele é pode ser melhor discutido, e se há necessidade de criação de outras disciplinas para ensiná-lo.

A Tabela 1 é um dos resultados da análise e mostra um resumo do número total de disciplinas do Curso de acordo com os ciclos nos quais elas estão inseridas e com a relação entre suas ementas e o BIM.

Tabela 1 – Disciplinas que possuem interface com o BIM em cada ciclo do curso de Engenharia Civil da UFMG

Ciclo	Matriz Curricular	Possível relação ou relação explícita	Relação explícita
Básico	25	9	2
Profissionalizante	46	37	21
Total	71	46	23

Fonte: Braga (2016).

Braga (2016) conclui a análise constatando que o BIM pode ser adotado no Curso desde os primeiros semestres. Para o autor, até nove disciplinas podem abordar o tema no ciclo básico (até o quarto período). No ciclo profissionalizante (5º ao 10º períodos), 80% das matérias têm alguma relação com o BIM, que pode ser trabalhado ao longo de todo o ciclo de vida da edificação e em todos os projetos analisados (arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico e de ar-condicionado). As matérias profissionalizantes nas quais a aplicabilidade do BIM é evidente – quase a metade do total de cadeiras do ciclo – estão distribuídas em todos os períodos (a partir do quinto), com exceção do 10º, mostrando que é possível implementar a Modelagem da Informação da Construção em diferentes momentos da formação do aluno.

3.3. PESQUISA COM ESTUDANTES E PROFESSORES DA UFMG

Para conhecer a opinião dos alunos de Engenharia Civil e dos docentes dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil da UFMG em relação ao conhecimento e interesse dos mesmos pelo BIM, Braga (2016) também fez uma pesquisa na Universidade, através de dois formulários.

Após 204 respostas (113 alunos e 91 professores), ele concluiu que a pesquisa mostrou a percepção dos participantes sobre a importância do tema, mas também destacou uma das principais dificuldades para a adoção do BIM no país: a falta de interesse e conhecimento por parte de estudantes e professores. Como exemplo, destaca-se o resultado da última pergunta feita aos professores, na qual mais da metade dos respondentes deu nota máxima para a importância da implementação de disciplinas/projetos colaborativos nos cursos de Arquitetura e Engenharia da UFMG. Braga (2016) ainda comenta que, a partir desses resultados, se espera

uma boa aceitação por parte dos professores quando forem propostas mudanças para inserir o BIM no currículo dos estudantes.

No final dos formulários, os entrevistados puderam fazer comentários ou sugestões. Alguns estudantes ressaltaram a falta de incentivo por parte da UFMG em relação à aprendizagem do tema e outros comentaram a resistência de arquitetos e engenheiros que ainda utilizam plataformas que dificultam a aplicação do BIM para elaboração de projetos e levantamento de quantitativos. Já os docentes pediram maior divulgação do assunto dentro dos departamentos e enfatizaram que as plataformas devem ser apenas ferramentas de auxílio para ensinamento dos conteúdos, nunca devem substituir uma boa fundamentação teórica. Ainda sim, eles comentaram sobre a importância e necessidade de incorporar o BIM na UFMG, quebrar paradigmas dos professores e coordenadores dos cursos, promover eventos com especialistas para debater sobre o assunto e realizar discussões nos departamentos/colegiados para elaborar propostas que possam efetivamente incorporar o BIM no currículo dos estudantes.

3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do levantamento de iniciativas na UFMG e da análise da matriz curricular do Curso de Engenharia Civil – ambos apresentados anteriormente – Braga (2016) concluiu que o potencial de abordagem do tema na Universidade não é aproveitado. O BIM é muitas vezes apresentado como uma ferramenta para modelagem de objetos ou levantamento de quantitativos, quando poderia ser abordado de diversas formas ao longo de todo o curso. Além disso, o autor enfatiza que a resistência às mudanças encontrada no ambiente estudado impede a criação de um ambiente colaborativo e integrado de ensino e pesquisa.

Ele ainda afirma:

“A continuidade desse trabalho é essencial para garantir a inserção do BIM na Universidade, que deve buscar essa inclusão nos seus processos de ensino-aprendizagem a partir do seu próprio contexto particular, considerando outros exemplos bem-sucedidos, mas colocando seus recursos, metodologias e princípios em primeiro plano. Além disso, o planejamento deve ser feito por uma equipe multidisciplinar de professores qualificados com etapas e prazos bem definidos” (BRAGA, 2016).

Pensando nisso, foram feitas quatro propostas para inserir o BIM no currículo dos estudantes da UFMG, em especial os do Curso de Graduação em Engenharia Civil: aumentar as discussões relacionadas ao BIM dentro da Universidade, através de seminários, palestras e reuniões; realizar treinamento dos docentes interessados em aprender mais sobre o BIM; criar uma disciplina optativa multidisciplinar para incentivar a inserção do BIM na grade curricular dos alunos; e criar um laboratório no *campus* da Universidade para ajudar na formação de alunos especialistas em BIM. Cada uma dessas propostas está melhor detalhada nos quatro capítulos seguintes.

CAPÍTULO 4: EVENTO SEMESTRAL

Este capítulo destina-se à primeira das quatro propostas feitas para aprimorar a adoção do BIM na UFMG. Ela consiste, basicamente, na elaboração de ações necessárias à futura realização de um evento voltado ao BIM, promovido pela Universidade e aberto a toda a comunidade do setor de AECO, mediante registro prévio.

Para auxiliar na elaboração dessa medida, foram analisados outros eventos destinados a discussão do BIM que aconteceram e acontecem regularmente no Brasil.

Alguns são voltados à apresentação do tema e de casos de sucesso de implantação nas empresas, para que as aplicações práticas e as vantagens obtidas com a utilização do BIM sejam expostas aos participantes. O *workshop Implementação do BIM*, realizado no dia 23 de março de 2017 em Belo Horizonte e o *1º BIM Cases's Day*, no dia 5 de dezembro de 2017 em Florianópolis, são dois exemplos nos quais sindicatos e profissionais do setor buscaram incentivar os debates sobre o tema e oferecer assistência à implementação do BIM nas empresas. Em ambos os casos, assim como ocorre com outros semelhantes, os encontros tiveram um dia de duração (CARVALHO, 2017).

Outros já contemplam tanto aspectos mercadológicos quanto educacionais e de pesquisa, abrangendo a discussão do tema para todos os agentes interessados. Esses eventos, mais comumente encontrados, são também os de maior destaque e com contam com mais participantes. Normalmente são realizados no modelo de simpósios, congressos e seminários, nos quais são apresentados e debatidos trabalhos acadêmicos, *cases* de sucesso, tendências para o setor, desafios para a implantação do BIM, entre outros assuntos. Como exemplo, pode-se citar o *Seminário Internacional BIM*, promovido anualmente pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SindusCon-SP); o *Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (SBTIC)*, que busca, desde 2002 e através de eventos bianuais, reunir estudantes, pesquisadores, profissionais, representantes de *softwares* e agentes do governo para melhorar os processos de concepção, produção e gestão dos edifícios e das cidades; o *Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído (SBQP)*, que também é realizado a cada dois anos e conta com uma área temática exclusiva às Tecnologias da Informação; e o *Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC)*, que busca disseminar e discutir trabalhos científicos e debater políticas relacionadas ao tema.

Atualmente, diversas empresas e associações vêm promovendo eventos *online* voltados a discussão do BIM e de outros temas correlatos, com a presença de profissionais que já trabalham na área e através de plataformas específicas para videoconferências. Esses encontros à distância são, na maioria dos casos, de curta duração e constituem na apresentação de assuntos e trabalhos através de vídeos gravados previamente. No final das apresentações os espectadores podem ainda fazer perguntas através da própria plataforma. As vantagens desse modelo são a facilidade para reunir palestrantes de diversos locais do país, o potencial de maior abrangência do evento e a comodidade para quem deseja acompanhar o evento remotamente. Porém, dependendo do número de participantes, o número de questões é grande e o tempo para debatê-las, insuficiente. Com isso, boa parte dos questionamentos fica sem resposta. Além disso, podem ocorrer problemas de conexão e falta de suporte técnico.

Levando em conta as premissas e eventos apresentados anteriormente, optou-se por planejar um evento semestral para que os professores, estudantes, empresas, fornecedores de softwares e especialistas convidados possam debater sobre o assunto através de palestras e seminários. A ideia, porém, é que o evento seja inicialmente voltado mais para os alunos e professores da UFMG e de outras universidades de Belo Horizonte, para que o debate do tema dentro do ambiente acadêmico seja incentivado e, a partir de então, outras iniciativas que auxiliem a difusão do BIM possam surgir. O evento deve ser presencial, mas pode ser gravado para transmissão simultânea ou para consultas futuras.

Aconselha-se que o ele tenha inicialmente um dia de duração e que seja realizado em um final de semana para não coincidir com horários de aulas e expedientes de trabalho, contando assim com um maior número de participantes. Após as primeiras edições, se necessário, esse tempo pode ser aumentado. Para sediar o primeiro encontro, sugere-se utilizar dois auditórios da Escola de Engenharia da UFMG, localizada no *campus* Pampulha (o principal e um auxiliar). Como o BIM aborda conceitos de integração, colaboração e compartilhamento de informações, seria interessante que o evento fosse sediado por outros centros de ensino superior nos semestres seguintes, aumentando a troca de experiências e conhecimentos entre as universidades de Belo Horizonte.

Com o passar do tempo e a partir das experiências ganhas com edições anteriores, o evento pode ser bianualmente substituído por um dos congressos citados anteriormente, caso as comissões organizadoras queiram sediá-los em Belo Horizonte. Assim, além de trazer eventos desse porte e importância para a cidade, será possível mostrar a competência e capacidade da UFMG como uma referência no estudo e difusão do BIM no Estado.

A programação do evento pode, portanto, ser dividida em quatro áreas: ensino e pesquisa; plataformas e tecnologias; casos de sucesso; e ações públicas de incentivo ao BIM. Esses temas serão detalhados a seguir, mas a programação em si não, uma vez que ela deve ser elaborada pela equipe organizadora do evento a partir dos recursos obtidos e da confirmação dos palestrantes e empresas presentes.

4.1. ENSINO E PESQUISA

Essa é a área de interesse principal do evento. Ela é destinada à apresentação de trabalhos acadêmicos e resultados de pesquisas voltadas ao BIM pela comunidade acadêmica da UFMG e de outras universidades de Belo Horizonte. Para isso, será destinado um tempo para que cada estudante e/ou professor que realizou uma monografia, projeto de iniciação científica ou outro tipo de trabalho sobre o tema no semestre anterior possa expô-lo. Se o número de trabalhos submetidos for muito maior que o limite reservado para a duração do evento, deve ser feita uma seleção dos melhores por uma banca julgadora.

Além disso, sugere-se que seja criado um endereço eletrônico com todas as informações referentes ao evento e através do qual sejam feitas as inscrições e submetidos as propostas para apresentação. Mais, seria interessante organizar uma premiação para os melhores trabalhos, de modo a incentivar as pesquisas na área pelos estudantes e professores.

4.2. PLATAFORMAS E TECNOLOGIAS

Para ampliar o acesso dos alunos e pesquisadores às ferramentas utilizadas para o desenvolvimento e análise de projetos em BIM, é necessário convidar os representantes das empresas fornecedoras de plataformas para que sejam apresentadas as soluções tecnológicas oferecidas por cada um. Muitas empresas têm licenças especiais para estudantes e podem aproveitar a ocasião para divulgar seus produtos. Uma forma de fazer isso, comumente encontrada em outros eventos semelhantes, é a apresentação de estudos de caso nos quais foram utilizadas determinadas plataformas para se alcançar o resultado desejado.

4.3. CASOS DE SUCESSO

Empresas, escritórios e profissionais de Belo Horizonte (ou até do Estado) que queiram apresentar resultados obtidos com a utilização do BIM em seus projetos e processos de projeto, ou ainda que desejam apenas conhecer mais sobre o tema, também poderão se registrar no evento. Como o foco é o âmbito educacional, sugere-se que essa área não tenha tanto destaque quanto a primeira, ainda que seja essencial para mostrar a importância do BIM para o desenvolvimento do setor.

4.4. AÇÕES DE INCENTIVO AO BIM

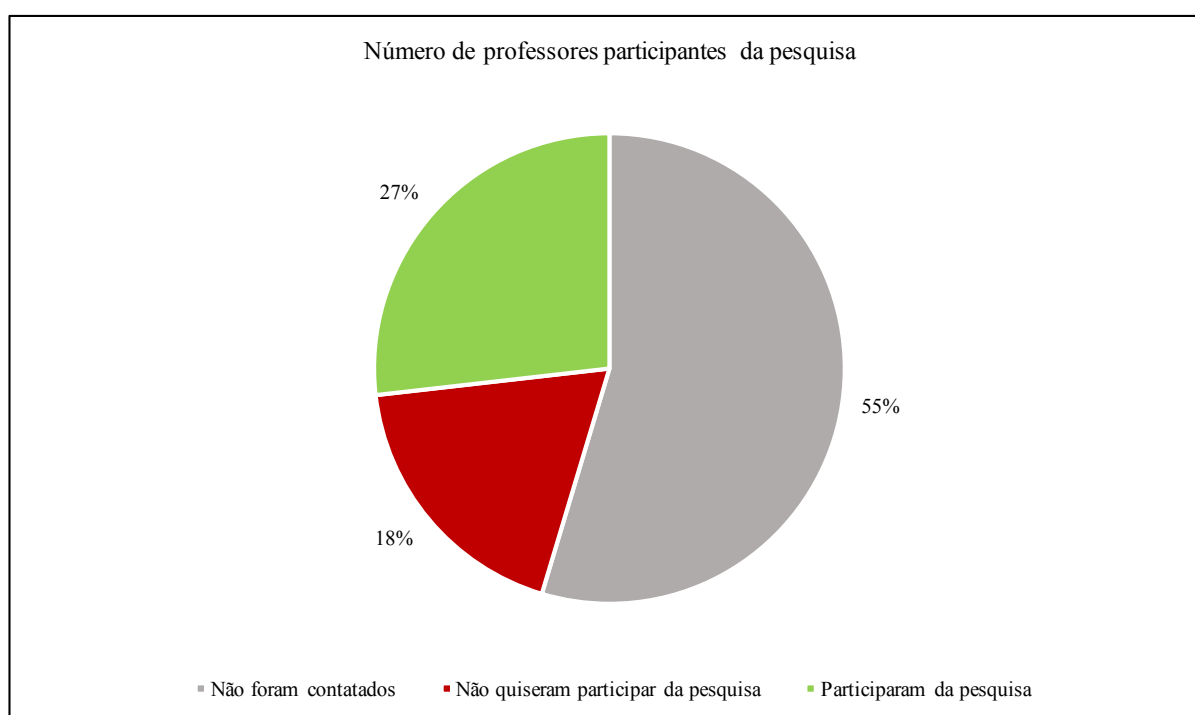
Finalmente, é essencial que o evento conte com a presença de representantes de órgãos públicos responsáveis por elaborar políticas e projetos voltados ao BIM, para que a discussão possa abranger todos os setores interessados no assunto. Muitas vezes, essa discussão é realizada regularmente por sindicatos e conselhos profissionais, como mostrado anteriormente. Se possível, ela poderia ser integrada ao evento na UFMG, aproveitando a presença de outros agentes do setor, as instalações da Universidade e considerando que o espaço acadêmico deve incentivar a troca e compartilhamento de conhecimentos.

CAPÍTULO 5: TREINAMENTO DOS PROFESSORES

Essa etapa contempla a elaboração do treinamento dos docentes interessados em aprender mais sobre o BIM; não só a aprendizagem de ferramentas e tecnologias, mas de conceitos, metodologias e técnicas de ensino relacionadas ao tema. Essa medida é essencial para despertar o interesse dos professores pelo tema e mostrar-lhes a importância do BIM para a formação dos estudantes e, conseqüentemente, para a indústria de AECO.

Para saber se haveria interesse e participação dos professores caso fossem desenvolvidos treinamentos para capacitação em BIM, uma pesquisa com oito perguntas foi elaborada e entregue para ser preenchido pelos professores do curso de Engenharia Civil da UFMG. Um *link* para preenchimento do formulário pela ferramenta *Google Forms* foi enviado para os correios eletrônicos de todos os docentes (Apêndice A). Foram feitas tentativas de contato com todos os 97 professores. Ainda sim, 55% não responderam os convites. Dos que responderam os convites, 18% não quiseram participar da pesquisa (Figura 1). Alguns professores preferiram indicar outros colegas para responder o questionário, mesmo quando explicado que o objetivo da pesquisa é entrevistar todos os docentes do Curso.

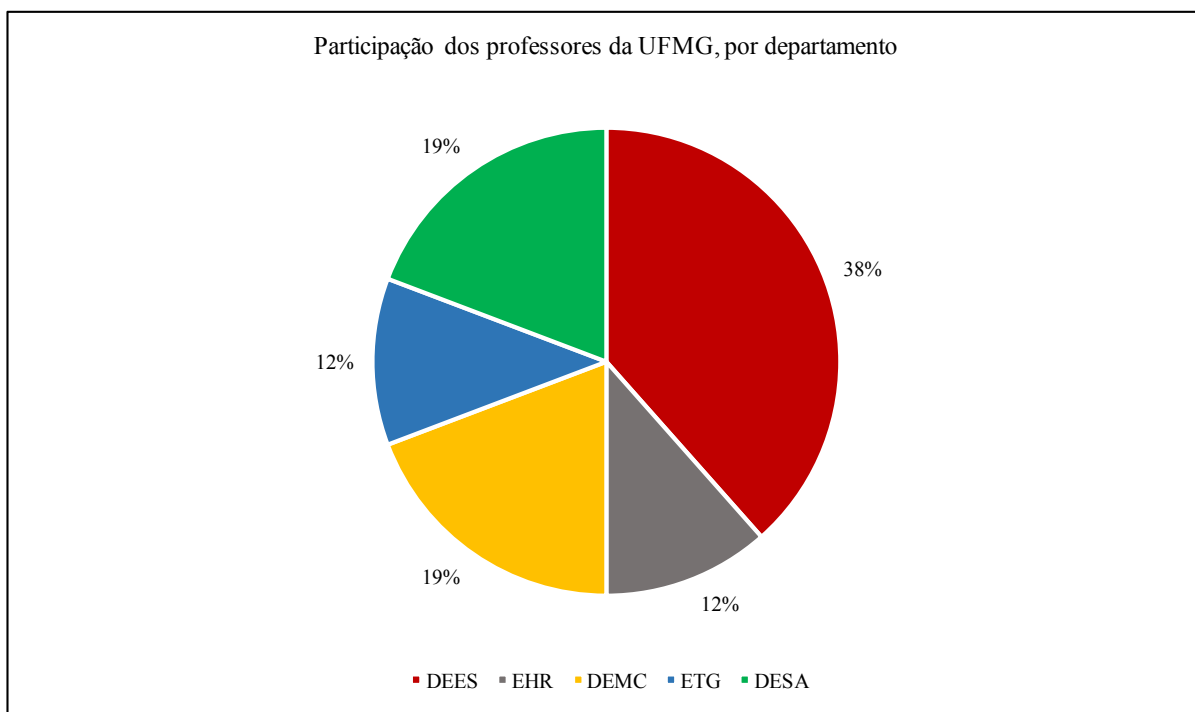
Figura 1 – Número de professores participantes da pesquisa



Fonte: autoria própria.

A Figura 2 mostra a representatividade dos participantes de acordo com os cinco departamentos do Curso. Observa-se que o Departamento de Engenharia de Estruturas (DEES), que possui a maioria dos docentes, é também o que mais participou dessa pesquisa, em números absolutos.

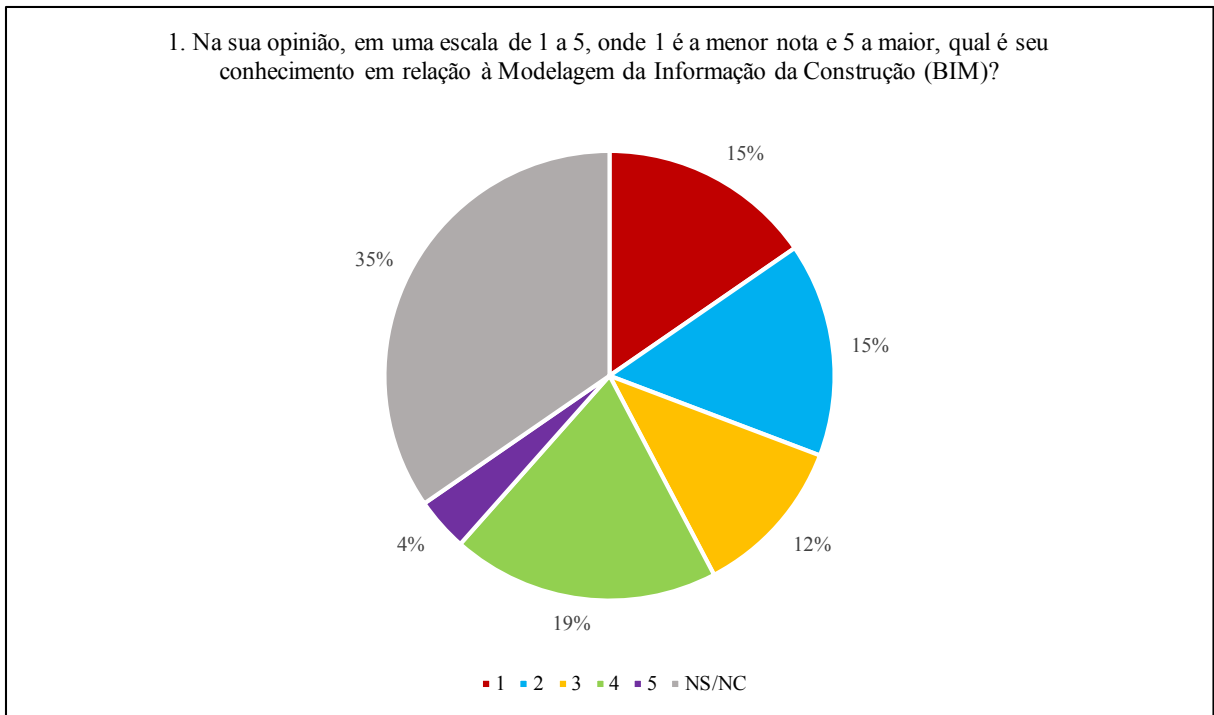
Figura 2 – Participação dos docentes, por departamento



Fonte: autoria própria.

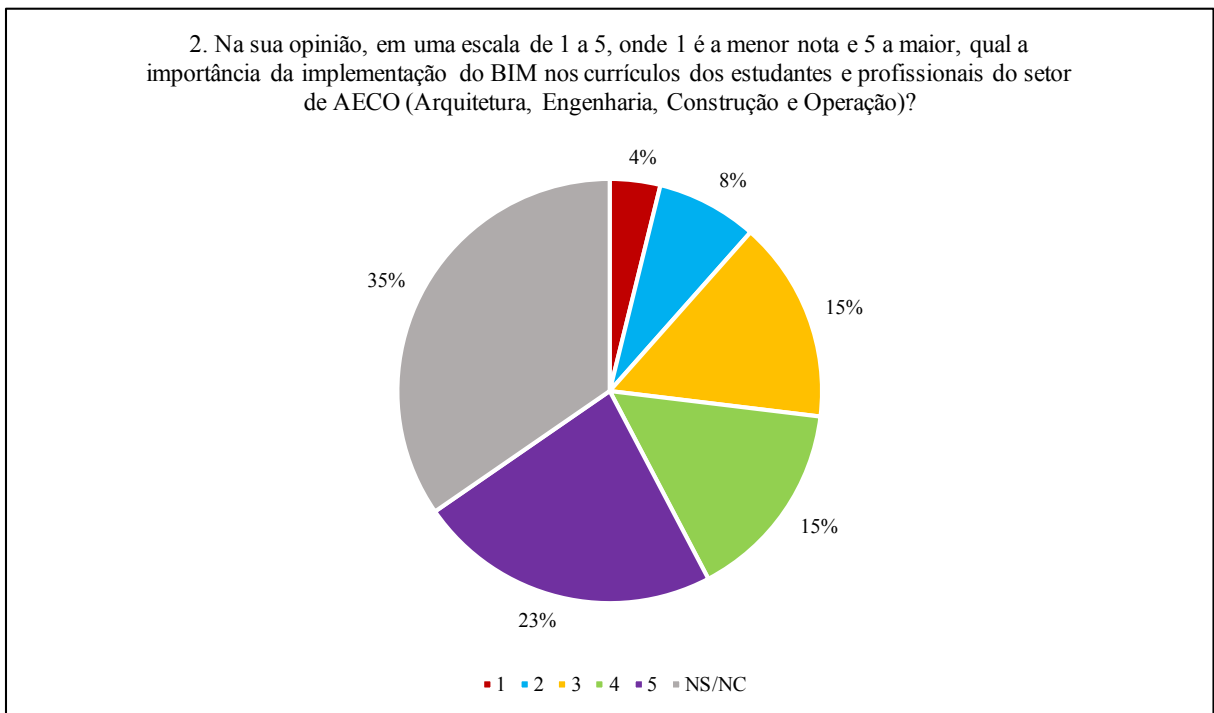
As Figuras 3 e 4 mostram o resultado das duas primeiras perguntas feitas aos professores. Na primeira, observa-se que boa parte dos docentes (65%) tem nenhum ou quase nenhum conhecimento em relação ao BIM. Apenas um entrevistado deu nota máxima para essa pergunta, correspondendo a 4% do total de entrevistados. Ainda sim, boa parte dos respondentes sabe da importância de se implementar o conceito no currículo dos estudantes e profissionais do setor de AECO (Figura 4). Esse cenário é semelhante ao encontrado por Braga (2016) em sua pesquisa. Deve-se ressaltar também o número de respondentes que, em ambas as perguntas, preferiram não opinar ou não tinham conhecimento suficiente para contribuir com a pesquisa (35% em ambos os casos).

Figura 3 – Conhecimento dos docentes em relação ao BIM



Fonte: autoria própria.

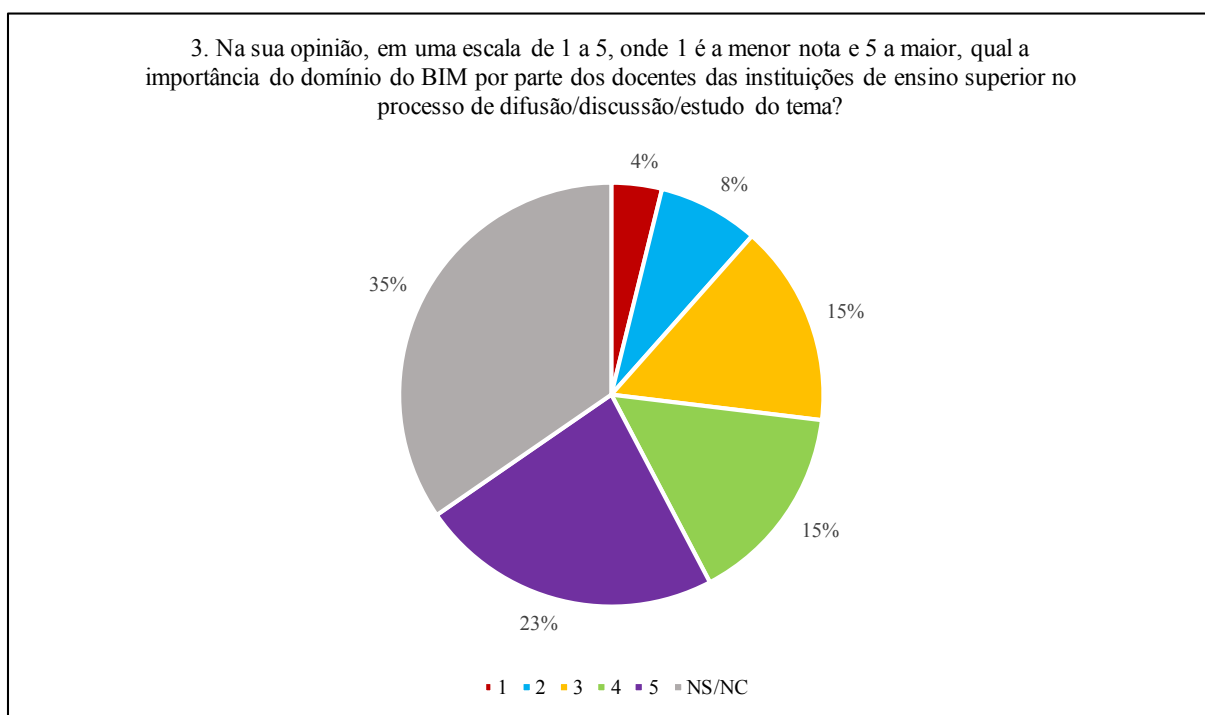
Figura 4 – Importância da implementação do BIM nos currículos de estudantes e profissionais de AECO



Fonte: autoria própria.

Quando perguntados sobre a importância do domínio do BIM por parte dos docentes das instituições de ensino superior, a maioria dos professores novamente concorda que ele é necessário para o processo de difusão, discussão e estudo do tema, como mostrado na Figura 5. A distribuição de respostas para essa pergunta coincidiu com a da pergunta anterior, mostrando coerência nas respostas.

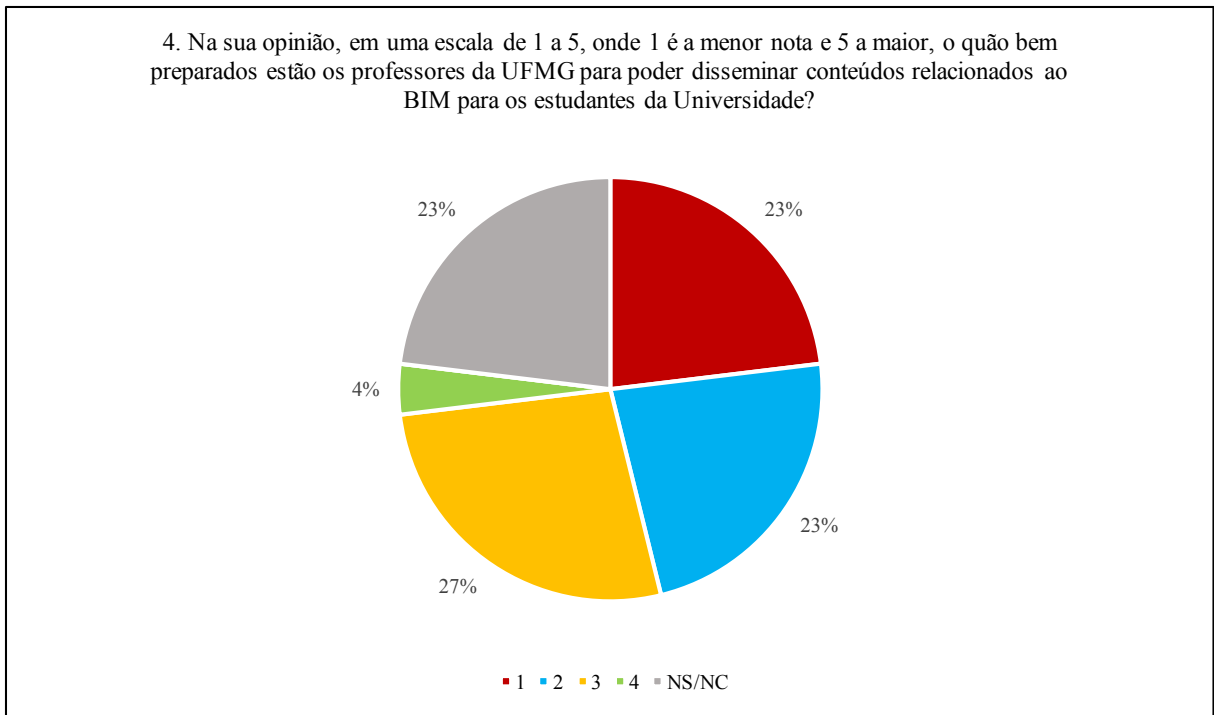
Figura 5 – Importância do domínio do BIM por parte dos docentes



Fonte: autoria própria.

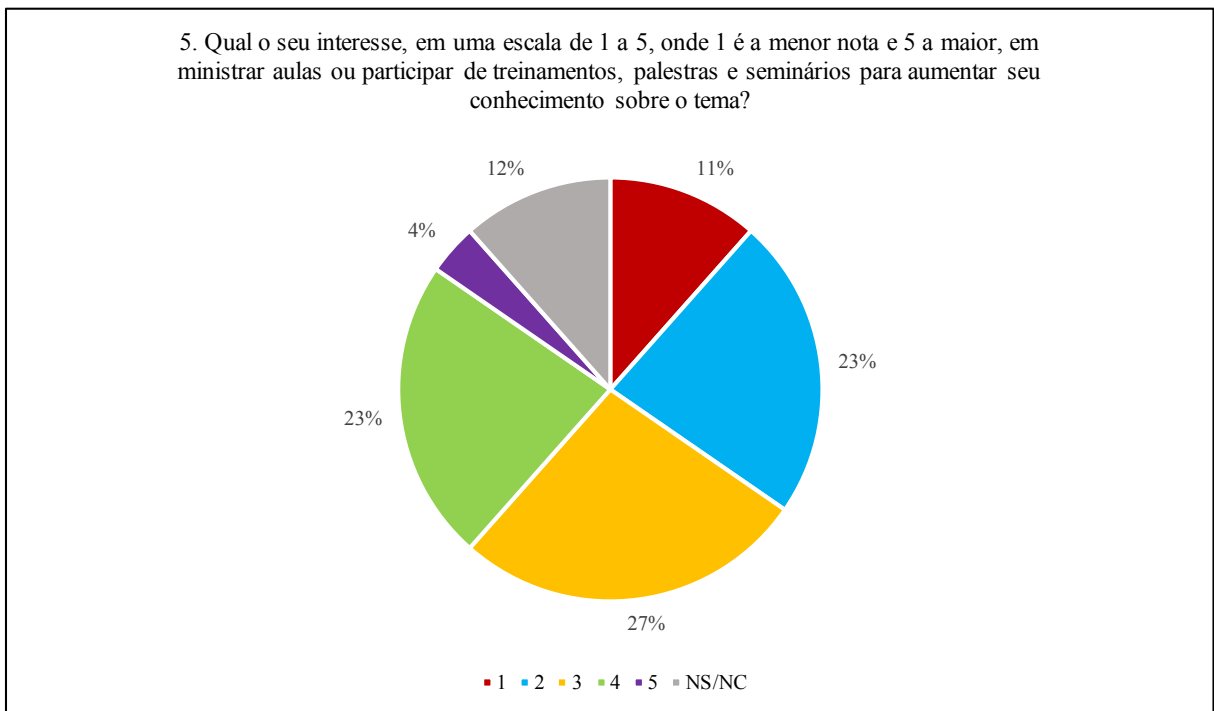
Ao observar as respostas para a quarta pergunta, porém, nota-se que os entrevistados sabem que estão mal preparados para disseminar conteúdos relacionados ao BIM para os alunos da UFMG (Figura 6). O resultado obtido a partir dessas perguntas somente confirma a necessidade de elaboração de um programa de treinamento para os docentes da UFMG. Porém, como apresentado em seguida, existem empecilhos para a realização dessa proposta. A Figura 7 mostra que, apesar das respostas anteriores, poucos professores estão realmente interessados em ministrar ou participar de treinamentos, palestras e seminários para aumentar o próprio conhecimento sobre o BIM (apenas 27% do total).

Figura 6 – O quão bem preparados os docentes estão para disseminar conteúdos relacionados ao BIM?



Fonte: autoria própria.

Figura 7 – Interesse dos professores em ministrar/participar de treinamentos, palestras e seminários sobre BIM

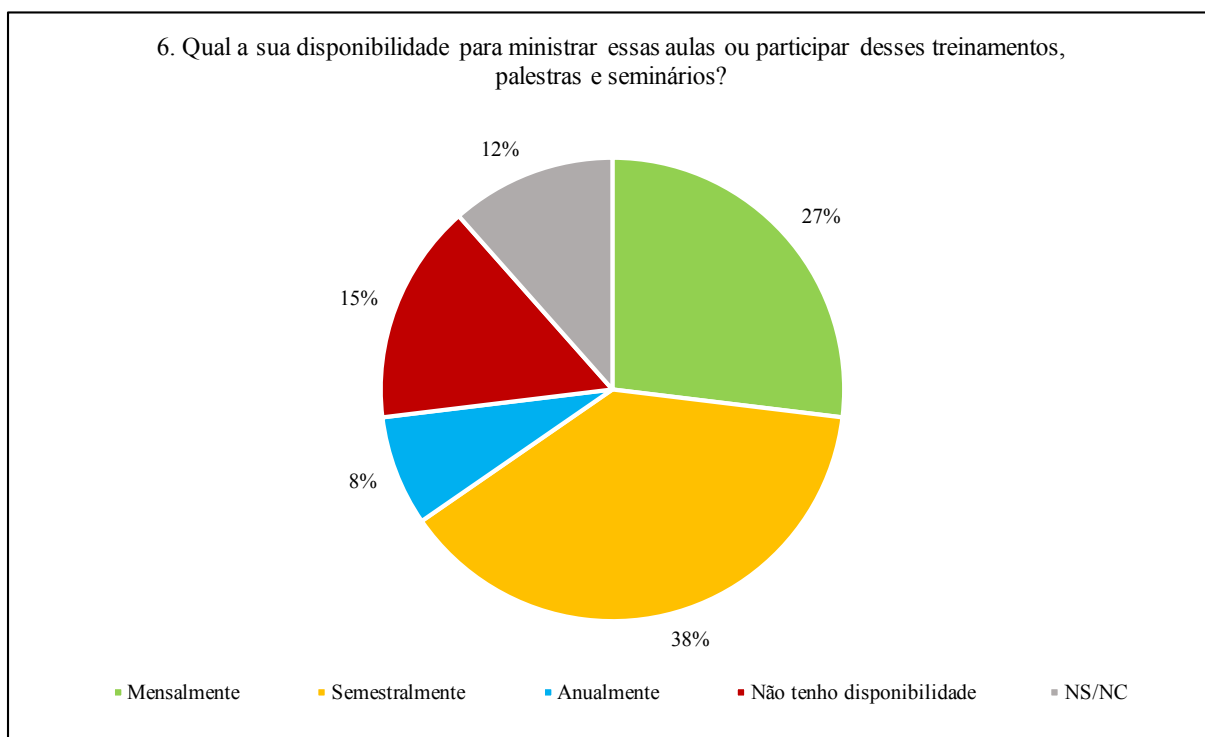


Fonte: autoria própria.

Ao analisar a sexta pergunta (Figura 8), com a qual buscou-se compreender a disponibilidade dos professores para ministrar aulas voltadas ao tema e/ou participar de treinamentos, palestras e seminários, nota-se a indisponibilidade por boa dos docentes para acontecimentos recorrentes, como as aulas, por exemplo, que devem ser dadas semanalmente. Acredita-se que, nesse caso, não é a falta de interesse que os impede de estar mais disponíveis para essa finalidade, mas sim o número de funções e obrigações as quais estão sujeitos, que reduz o tempo livre para fazer outras atividades.

Observando os números, note-se que a maioria dos entrevistados (65%) pode comparecer uma vez por mês ou por semestre a esses acontecimentos. Esse foi um dos motivos para que a proposta abordada no Capítulo 4 fosse de um evento semestral. Assim, ele poderia contar com um maior número de docentes participantes.

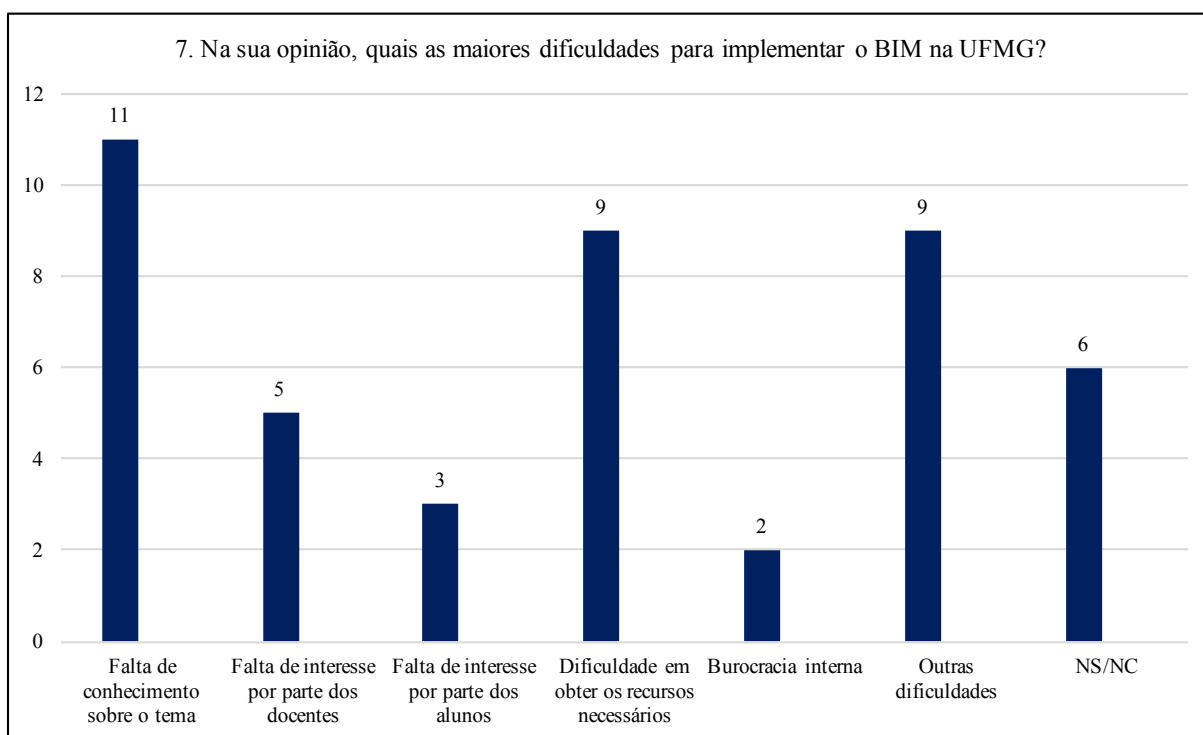
Figura 8 – Disponibilidade dos docentes para participar de atividades relacionadas ao BIM



Fonte: autoria própria.

A sétima e última pergunta tinha como objetivo descobrir, na opinião dos entrevistados, quais as maiores dificuldades para a implementação do BIM na Universidade. Dessa vez, os respondentes puderam escolher mais de uma opção. A falta de conhecimento sobre o tema foi o maior empecilho escolhido pelos professores (11 respostas), seguida pela dificuldade para obter os recursos necessários (9 respostas). Alguns docentes apontaram outros obstáculos para a adoção do BIM na UFMG, como a falta de diálogo recorrente entre os departamentos e a indisponibilidade de tempo para se dedicar as atividades propostas.

Figura 9 – Dificuldades de implementação do BIM na UFMG



Fonte: autoria própria.

A partir dos resultados neste capítulo apresentados, sugere-se, então, adiar a elaboração de um programa de treinamento para todos os docentes do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UFMG. Acredita-se que, caso seja desenvolvido, contaria com a participação de poucos professores e não teria os resultados inicialmente desejados. Logo, quem realmente estiver interessado em conhecer mais sobre o tema ou participar de alguma das medidas aqui propostas, pode comparecer ao evento semestral ou integrar a equipe do laboratório (descrito no Capítulo 7).

CAPÍTULO 6: DISCIPLINA OPTATIVA MULTIDISCIPLINAR

Quando Braga (2016) propôs a inserção de uma disciplina optativa multidisciplinar para os alunos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo da UFMG, a disciplina mencionada no Capítulo 3.1 ainda não havia sido lecionada. Desde então, ela foi ministrada duas vezes (nos segundos semestres de 2016 e 2017). Acredita-se, portanto, que seria ideal aproveitar a ementa elaborada e fazer sugestões para a melhoria da mesma.

A disciplina *Tópicos em Análise de Modelos de Engenharia*, citada anteriormente, é, como já explicado, dividida em duas partes. A primeira, teórica, apresenta as definições do BIM e discute temas correlatos a ele. A segunda é prática e visa proceder a análise crítica de modelos já existentes.

Pensando em formas de melhorar a abrangência dessa disciplina para os estudantes da UFMG, sugere-se ofertá-la semestralmente, tanto para os alunos de Engenharia Civil quanto para os de Arquitetura e Urbanismo. Assim, aumenta-se o potencial da qualidade das aulas, através da troca de conhecimento proporcionada pelas diferentes formações e experiências dos alunos. Além disso, a oferta semestral contribui ainda mais para a difusão do tema na Universidade.

Para aproveitar as possibilidades de ensino do tema dentro da disciplina, seria interessante realizar testes modificando a segunda parte do conteúdo ministrado em semestres alternados. Ou seja, a cada ano, parte da ementa seria alterada para que os alunos pudessem aprender mais sobre o BIM. Para isso, recomenda-se trocar as análises e compatibilizações de modelos prontos pelo desenvolvimento de modelos com diferentes disciplinas de projeto, de forma a tentar simular ambientes de trabalho colaborativos e multidisciplinares.

CAPÍTULO 7: LABORATÓRIO NO *CAMPUS*

A última proposta contida no Plano é a criação de um laboratório no *campus* da UFMG onde poderão ser ministrados treinamentos em plataformas BIM; realizados seminários e outros eventos sobre o tema com a participação de alunos, professores e profissionais referências na área; e elaborados projetos de cunho social pelos integrantes do laboratório. Essa iniciativa é encontrada também em outras universidades ao redor do mundo, como a Universidade de South Bank e a Universidade de Westminster, em Londres; a Universidade do Estado de Washington (WSU), nos Estados Unidos; e a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Vale ressaltar que muitas empresas da indústria de AECO já estão envolvidas com o BIM e muitas vezes as equipes de projeto estão fisicamente separadas em diferentes locais, cidades, países. Sendo assim, é dever da Universidade preparar os estudantes para trabalhar com o BIM tanto localmente quanto em projetos à distância, mediante ajuda da tecnologia. Pensando nisso, o laboratório deve também ser capaz de simular um ambiente de trabalho à distância no *campus*.

Primeiramente, deve ser feita a escolha do local para implantação do laboratório. Ainda que a UFMG tenha laboratórios computacionais no Centro de Cálculo Eletrônico (CCE), recomenda-se a escolha de um novo local, destinado exclusivamente ao estudo e prática do BIM e dos termos correlatos a ele.

Para reduzir os gastos dessa implantação e considerando que construir um local para tal finalidade seria mais custoso e demorado, é necessário escolher um espaço já existente e que esteja subutilizado (ou sem utilização), capaz de comportar uma turma de 30 alunos, com os equipamentos imprescindíveis ao bom funcionamento do laboratório (mesas, cadeiras, computadores com alta capacidade gráfica e de processamento, microfones, câmeras, quadro, projetor e óculos de realidade virtual, por exemplo).

Os recursos necessários para a compra de equipamentos e reforma do ambiente, se preciso, podem ser captados através das fundações de auxílio à pesquisa, de parcerias com empresas ou outros órgãos públicos, ou ainda com recursos da própria Universidade. Deve-se também buscar parcerias com as empresas fornecedoras de *softwares* para que as plataformas atualizadas sejam fornecidas gratuitamente aos estudantes e pesquisadores.

Quando pronto, o laboratório pode ser utilizado para realização de aulas (inclusive da disciplina optativa mencionada no Capítulo 6), reuniões, palestras e seminários, assim como desenvolvimento de bibliotecas BIM, projetos de cunho social e outras atividades relacionadas ao tema.

Salume (2016) recomenda aprofundar as pesquisas na aplicação da construção enxuta com auxílio do BIM, focando na gestão do processo de projeto, planejamento e controle da produção e na logística de canteiro. Já os representantes da WSU acreditam que, para se obter um melhor resultado de aprendizado, os integrantes do laboratório devem estar imersos em um ambiente de realidade virtual no qual possam estabelecer um fluxo de trabalho baseado em BIM, trabalhar colaborativamente em ambientes virtuais, navegar em modelos 3D, 4D e 5D, manipular múltiplos modelos e documentos em tempo real e se tornar experientes nas práticas utilizadas atualmente na indústria de AECO.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises e resultados expostos nesse trabalho, espera-se que haja uma mobilização por parte da comunidade acadêmica para que as propostas sejam implementadas e o processo de adoção do BIM na UFMG, acelerado. Ainda é notável a falta de conhecimento e interesse pelo tema por parte dos docentes. Mesmo assim, acredita-se que é necessário iniciar os esforços para desenvolver as medidas planejadas, ainda que parte delas (como o treinamento dos professores) tenha ficado de fora do escopo inicial. Seria ideal se os diferentes departamentos formassem uma equipe multidisciplinar responsável pela implementação desse plano, levando em conta os aspectos por este trabalho discutidos.

Como mencionado anteriormente, é necessário tomar medidas práticas para que as soluções propostas saiam do papel e possam efetivamente contribuir para a adoção do BIM na UFMG, aumentando o conhecimento dos alunos e docentes e possibilitando a formação de profissionais mais capacitados para o mercado de trabalho. Com o passar do tempo, as medidas podem e devem sofrer ajustes necessários, a partir do que foi observado com a implantação das mesmas. Essas observações e ajustes, inclusive, podem ser temas de trabalhos futuros, a serem desenvolvidos pelos estudantes da Universidade.

Enfatizando novamente, a UFMG, assim como outras universidades de ensino superior do país, deve incentivar a buscar pelo conhecimento e preparar os estudantes para a vida profissional. Por isso, a abordagem de conceitos, processos, políticas e tecnologias relacionadas à Modelagem da Informação da Construção e a outros assuntos importantes é essencial para a formação de bons profissionais e deve acompanhar as tendências do setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação.

As primeiras iniciativas já foram iniciadas, como é o caso da disciplina optativa voltada ao BIM. Porém, para que haja uma abordagem mais completa e ampla do tema na Universidade – algo não trivial – é necessário um empenho de todos os professores e departamentos dos cursos de Engenharia Civil e de Arquitetura e Urbanismo.

Por fim, acredita-se que não só a UFMG, como outras faculdades de Belo Horizonte, tem pessoas capazes de realizar tais trabalhos de maneira exemplar, fazendo com que a Capital e o próprio Estado de Minas Gerais sejam referência no estudo e aplicação do BIM no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDIRAD, H.; DOSSICK, C. S. **BIM Curriculum Design in Architecture, Engineering, and Construction Education: a Systematic Review.** *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, v. 21, p. 250-271, 2016.

BADRINATH, A. C.; CHANG, Y.; HSIEH, S. **A Review of Tertiary BIM Education for Advanced Engineering Communication with Visualization.** *Visualization in Engineering*, v. 4, n. 9, jun. 2016.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. **Ensino de BIM: Tendências Atuais no Cenário Internacional.** *Gestão & Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 6, n. 2, dez. 2011.

BRAGA, F. A. **Análise da Adoção do BIM em Países Europeus e no Brasil para Estudo de sua Implementação no Curso de Engenharia Civil da UFMG.** 2016. 98 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

CARMONA, F. V. F.; CARVALHO, M. T. M. **Caracterização da utilização do BIM no Distrito Federal.** *Automation in Construction*, v. 17, n. 4, dec. 2017.

CARVALHO, B. Sinduscon-MG realiza evento em parceria com a CBIC para a disseminação do BIM em Minas Gerais. **Belo Horizonte, 2017.** Disponível em: <<http://www.sinduscon-mg.org.br/sinduscon-mg-realiza-evento-em-parceria-com-cbic-para-disseminacao-do-bim-em-minas-gerais>>. Acesso em: 23 dez. 2017.

CHECCUCCI, E. S. **Ensino-Aprendizagem de BIM nos Cursos de Graduação em Engenharia Civil e o Papel da Expressão Gráfica neste Contexto.** 2014. 235 f. Tese (Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

EASTMAN, C. *et al.* **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.** 2nd ed. New York, US: John Wiley & Sons, 2011.

GEOSPATIAL MEDIA AND COMMUNICATIONS. **Who We are.** Noida, IN, 2014. Disponível em: <<http://geospatialmedia.net/index.html#who-we-are>>. Acesso em: 7 out. 2017.

GUILLE, B. R.; QUINN, J. B. **Managing Innovation: Cases from the Services Industries.** National Academy Press, Washington, U.S., 1988.

JUSTI, A. R. **Revit Architecture.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2010.

LOUZAS, R. **Pesquisa mostra que mais de 90% dos arquitetos e engenheiros pretendem utilizar o BIM em até cinco anos.** *PINI Web*, jun, 2013. Disponível em: <<http://piniweb17.pini.com.br/construcao/carreira-exercicio-profissional-entidades/pesquisa-mostra-que-mais-de-90-dos-arquitetos-e-engenheiros-291885-1.aspx>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

MENEZES, G. L. B. B. **Breve Histórico de Implementação da Plataforma BIM.** *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, Natal, v. 18, n. 22, 2011.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). **Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia.** Brasília, 2015. 162 p.

MOLITCH-HOU, M. **BIM and AEC in 2018: Industry Leaders Weigh in.** *engineering.com*, Ontario, CA, dec. 2017.

NATIONAL BUILDING SPECIFICATION (NBS). **BIM Levels Explained.** Newcastle upon Tyne, GB, 1 nov. 2014. Disponível em: <<https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained>>. Acesso em: 02 jan. 2018.

PENTTILÄ, H. **Describing the Changes in Architectural Information Technology to Understand Design Complexity and Free-Form Architectural Expression.** *Journal of Information Technology in Construction*, v. 11, special issue, p. 395-408, jun. 2006.

SALUME, A. F. **Modelagem 4D de edifício educacional com Engenharia Simultânea e Building Information Modeling (BIM).** São Paulo, 2016.

SOUZA, L. L. A.; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. M. **Impactos do Uso do BIM em Escritórios de Arquitetura: Oportunidades no Mercado Imobiliário.** *Gestão & Tecnologia de Projetos*, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, nov. 2009.

SUCCAR, B. **Building Information Modelling Framework: a Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders.** *Automation in Construction*, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A: FORMULÁRIO – ROTEIRO PARA PESQUISA COM OS PROFESSORES

Nome (opcional): _____

E-mail (opcional): _____

Departamento: _____

Você gostaria de receber os resultados dessa pesquisa por e-mail? Sim Não

1. Na sua opinião, em uma escala de 1 a 5, onde 1 é a menor nota e 5 a maior, qual é seu conhecimento em relação à Modelagem da Informação da Construção (BIM)?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- NS/NC

2. Na sua opinião, em uma escala de 1 a 5, onde 1 é a menor nota e 5 a maior, qual a importância da implementação do BIM nos currículos dos estudantes e profissionais do setor de AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação)?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- NS/NC

3. Na sua opinião, em uma escala de 1 a 5, onde 1 é a menor nota e 5 a maior, qual a importância do domínio do BIM por parte dos docentes das instituições de ensino superior no processo de difusão/discussão/estudo do tema?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- NS/NC

4. Na sua opinião, em uma escala de 1 a 5, onde 1 é a menor nota e 5 a maior, o quão bem preparados estão os professores da UFMG para poder disseminar conteúdos relacionados ao BIM para os estudantes da Universidade?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- NS/NC

5. Qual o seu interesse, em uma escala de 1 a 5, onde 1 é a menor nota e 5 a maior, em ministrar aulas ou participar de treinamentos, palestras e seminários para aumentar seu conhecimento sobre o tema?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- NS/NC

6. Qual a sua disponibilidade para ministrar essas aulas ou participar desses treinamentos, palestras e seminários?

- Semanalmente
- Mensalmente
- Semestralmente
- Anualmente
- Não tenho disponibilidade
- NS/NC

7. Na sua opinião, quais as maiores dificuldades para implementar o BIM na UFMG? (Marque todas as opções que achar necessário).

- Falta de conhecimento sobre o tema
- Falta de interesse por parte dos docentes
- Falta de interesse por parte dos alunos
- Dificuldade em obter os recursos necessários
- Burocracia interna
- Outras dificuldades (favor citar nos comentários)
- NS/NC

8. Comentários e/ou sugestões: _____
