

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - UFES
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC

LETICIA SOARES RABBI SIQUEIRA

APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS *BUILDING INFORMATION
MODELING* (BIM) E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS
(ABP) NO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL / UFES:
DIAGNÓSTICO E RECOMENDAÇÕES

Vitória / ES

2017

LETICIA SOARES RABBI SIQUEIRA

APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP) NO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL / UFES: DIAGNÓSTICO E RECOMENDAÇÕES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. João Luiz Calmon
Nogueira da Gama

Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Karla Moreira Conde

Vitória / ES
2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Tecnológica,
Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)
Sandra Mara Borges Campos – CRB-6 ES-000593/O

S611a Siqueira, Letícia Soares Rabbi, 1982-
Aplicação das metodologias *Building Information Modeling*
(BIM) e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) no curso
de graduação em Engenharia Civil / UFES : diagnóstico e
recomendações / Letícia Soares Rabbi Siqueira. – 2017.
138 f. : il.

Orientador: João Luiz Calmon Nogueira da Gama.
Coorientador: Karla Moreira Conde.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

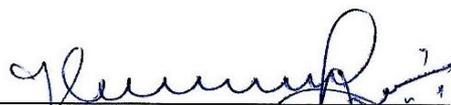
1. Modelagem de informação da construção. 2. Engenharia
civil. 3. Aprendizagem baseada em problemas. 4. Ensino. 5. BIM
(Building information modeling). I. Gama, João Luiz Calmon
Nogueira da. II. Conde, Karla Moreira. III. Universidade Federal
do Espírito Santo. Centro Tecnológico. IV. Título.

CDU: 624

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP) NO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL / UFES: DIAGNÓSTICO E RECOMENDAÇÕES****Letícia Soares Rabbi Siqueira**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de Construção Civil.

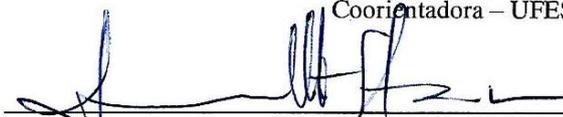
Aprovada no dia **23 de novembro de 2017** por:



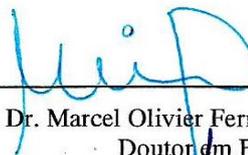
Prof. Dr. João Luiz Calmon Nogueira da Gama
Doutor em Engenharia Civil
Orientador - UFES



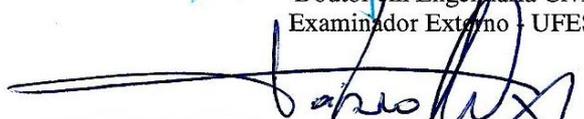
Profa. Dra. Karla Moreira Conde
Doutora em Arquitetura
Coorientadora - UFES



Profa. Ph. D. Jamilla Emi Sudo Lutif Teixeira
Doutora em Engenharia Civil
Examinadora Interna - UFES



Prof. Dr. Marcel Olivier Ferreira de Oliveira
Doutor em Engenharia Civil
Examinador Externo - UFES



Prof. Dr. Fábio Almeida C6
Doutor em Engenharia Civil
Examinador Externo - UFES

Vitória – ES, novembro de 2017

“ O cientista não pretende alcançar um resultado imediato. Ele não espera que suas ideias avançadas sejam facilmente aceitas. Seus trabalhos são como sementes para o futuro. Seu dever é lançar as bases para aqueles que estão por vir e apontar um caminho.”

Nikola Tesla.

DEDICATÓRIA

Ao meu marido Marcelo, meu companheiro e apoio mesmo nos momentos difíceis.
Esta conquista é sua também.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, inspiração e perseverança que me foram concedidas.

Ao meu marido Marcelo, pelo amor, parceria, compreensão e todo apoio que sempre me deu, mesmo nos momentos em que desanimei.

Ao meu orientador, professor Dr. João Luiz Calmon Nogueira da Gama, pelo conhecimento compartilhado.

À professora Karla Moreira Conde, pela confiança, disponibilidade em ajudar e pela amizade construída em meio às reuniões e cafés tomados.

À professora Eliana Zandonade, pela ajuda nos cálculos estatísticos.

Aos colegas do mestrado, pela companhia e conhecimento compartilhados. Em especial à Regiane Faria Giacomini, companheira de estudo e pesquisas, amiga que levarei do mestrado para a vida.

À minha mãe Guilhermina, pela força, apoio, incentivo e fé. À tia Célia, pelas orações. Obrigada pelo amor e carinho.

Aos que acompanharam a minha jornada na Pós-Graduação e em especial aos amigos e familiares que me apoiaram ao longo do caminho.

RESUMO

RABBI, Leticia Soares. **Aplicação das metodologias Building Information Modeling (BIM) e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) no curso de graduação em Engenharia Civil / UFES: Diagnóstico e Recomendações.** 2017. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

A evolução da modelagem da informação da construção (BIM) está interferindo cada vez mais nos papéis dos profissionais da construção civil. Para sua implementação é preciso rever conceitos e alterar não só a forma de pensar a criação dos projetos, como também a forma e o conteúdo a ser passado aos alunos dos cursos de graduação em engenharia civil. É necessário que os alunos tenham uma formação mais abrangente, na qual ocorra a integração de diferentes saberes e o desenvolvimento de habilidades e atitudes, além da construção do conhecimento técnico específico sobre determinado tema. Desta forma, a adoção da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) no ensino de engenharia se justifica devido à necessidade de integração do grande número de conceitos e conhecimentos transmitidos aos alunos ao longo do curso, além da valorização das experiências práticas. O presente trabalho tem o objetivo de identificar a percepção dos alunos e professores do curso de graduação em engenharia civil da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em relação à possibilidade de incluir novas metodologias como BIM e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na formação acadêmica do engenheiro civil e propor recomendações para implementação de novas metodologias de ensino-aprendizagem no curso de engenharia civil. Para atingir os objetivos estabelecidos, foi realizada a revisão da literatura, com enfoque nas novas exigências do mercado de trabalho na área de AEC e como a integração do BIM e da ABP nas metodologias de ensino podem contribuir no desenvolvimento das habilidades necessárias ao profissional de engenharia civil. Foi desenvolvido um estudo de caso, onde foram elaborados e aplicados questionários com alunos e entrevistas com os professores do curso. A partir da fundamentação teórica e dos resultados obtidos no estudo de caso, são propostas recomendações para implementação de novas metodologias de ensino-aprendizagem no curso de engenharia civil, levando-se em consideração que não existe um modelo único a ser seguido por todas as instituições de ensino superior, pois devem-se nortear pelos objetivos e pelos projetos pedagógicos dos cursos em questão, podendo acontecer em diferentes níveis de profundidade.

Palavras-chave: *BIM, Engenharia Civil, Aprendizagem Baseada em Problemas, Ensino.*

ABSTRACT

RABBI, Leticia Soares. **Aplicação das metodologias Building Information Modeling (BIM) e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) no curso de graduação em Engenharia Civil / UFES: Diagnóstico e Recomendações.** 2017. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

The evolution of building information modeling (BIM) is increasingly interfering with the roles of construction professionals. For its implementation, it is necessary to review concepts and change not only the way of thinking about the creation of projects, but also the form and content to be transmitted to students of undergraduate courses in civil engineering. It is also necessary that students have a comprehensive training, in which the integration of different knowledge and the development of skills and attitudes occur, as well as the construction of specific technical knowledge on a given theme. In this way, the adoption of Problem-Based Learning (PBL) in engineering education is justified due to the necessity to integrate the large number of concepts and knowledge transmitted to students throughout the course, as well as the valuation of practical experiences. This work has the objective to identify the perception of students and teachers of the undergraduate course in civil engineering of the Federal University of Espírito Santo (UFES), regarding the possibility of including new methodologies such as BIM and Problem Based Learning (PBL) and propose recommendations for the implementation of new teaching-learning methodologies in the civil engineering course. To achieve the stated objectives, the literature review was conducted, focusing on new requirements of the labor market in AEC and how the integration of BIM and PBL in teaching methodologies can contribute to the development of the skills necessary for the civil engineering professional. A case study was developed in which questionnaires with students and interviews with the teachers of the course were elaborated and applied. Based on the theoretical basis and results obtained in the case study, recommendations are proposed for the implementation of new teaching-learning methodologies in the civil engineering program, taking into consideration that there is no single model to be followed by all institutions of undergraduate education, since they should be guided by the objectives and pedagogical projects of the courses in question, and may occur in different levels of depth.

Keywords: *BIM, Civil Engineering, Problem-Based Learning, Teaching.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fases da implantação e do ciclo de vida de um empreendimento.....	31
Figura 2 - Modelos BIM utilizando nD.....	33
Figura 3 - Curva de MacLeamy.....	38
Figura 4 – Fluxograma com abordagem metodológica da pesquisa.....	57
Figura 5 – Representação da Matriz do curso e legenda.....	62
Figura 6 - Alunos entrevistados por período do curso.....	72
Figura 7 - Utilização de software(s) BIM pelos alunos.....	73
Figura 8 - Local onde os alunos utilizam algum <i>software</i> BIM.....	73
Figura 9 - Local onde o aluno aprendeu a utilizar o <i>software</i> BIM.....	74
Figura 10 - Vantagens percebidas no cotidiano com o uso do software BIM.....	75
Figura 11 - Sobre o incentivo por parte dos professores para o uso do BIM na execução dos trabalhos.....	76
Figura 12 - Visão dos alunos sobre o papel da Universidade em promover o ensino de softwares BIM.....	77
Figura 13 - Existência de relação entre as disciplinas em curso, segundo a visão dos alunos.....	78
Figura 14 - Visão dos alunos sobre a viabilidade de integração entre disciplinas.....	79
Figura 15 - Visão dos alunos sobre os aspectos que podem ser negativos no desenvolvimento de projetos que envolvem diferentes disciplinas.....	79
Figura 16 - Faixa etária dos professores entrevistados do ciclo profissionalizante.....	81
Figura 17 - Formação Acadêmica dos professores entrevistados.....	81
Figura 18 - Ano de ingresso do professor na UFES.....	82
Figura 19 - Experiências anteriores ao ingresso na UFES como professor da UFES.....	83
Figura 20 - Classificação das afirmações em relação à aplicação de ABP no curso de Engenharia Civil.....	84
Figura 21 – Sobre a responsabilidade de selecionar os temas dos problemas a serem passados.....	86
Figura 22 – Opinião dos professores em relação ao processo de ensino-aprendizagem.....	87
Figura 23 – Formas de avaliação e produto final considerados adequados para o emprego da ABP no curso de engenharia civil.....	89
Figura 24 - Possíveis limitações ao implantar a ABP no curso de engenharia civil da UFES.....	91
Figura 25 – Sobre o conhecimento e uso do <i>Building Information Modeling</i> (BIM).....	92
Figura 26 - Classificação das afirmações em relação à aplicação de BIM no curso de engenharia civil.....	93
Figura 27 – Estágio atual do uso do BIM no curso de engenharia civil, segundo os professores.....	95
Figura 28 – Possíveis limitações de se implantar o BIM no curso de engenharia civil da UFES.....	96
Figura 29 – Tempo estimado para a inserção do BIM no curso de engenharia civil da UFES.....	97
Figura 30 – Ganhos que poderão ser obtidos com a implantação da ABP e BIM no curso de engenharia civil da UFES.....	98

Figura 31 – Sobre a viabilidade de adotar simultaneamente o método de ABP e BIM no ensino de graduação em engenharia civil da UFES, na opinião dos professores.99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Conceitos em estudo e perguntas do questionário aplicado aos alunos.	63
Tabela 2 - Bloco 1 das entrevistas: Dados pessoais dos professores.	67
Tabela 3 - Bloco 2 das entrevistas: Sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).....	67
Tabela 4 - Bloco 3 das entrevistas: Sobre o <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	68
Tabela 5 – Comentários dos alunos no questionário.....	76
Tabela 6 – Respostas dos professores para a pergunta: “Você se sentiria confortável neste processo de ensino-aprendizagem, no qual os professores não possuiriam total controle sobre o conteúdo desenvolvido?”	87
Tabela 7 - Verbalizações e considerações dos Professores.....	100

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Descrição dos papéis dos participantes do grupo tutorial	42
Quadro 2 – Pesquisas que abordam ABP no ENSINO.....	45
Quadro 3 – Pesquisas que abordam BIM no ENSINO.....	46
Quadro 4 – Pesquisas que abordam BIM e ABP no ENSINO	54
.Quadro 5 – Currículo Pleno do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UFES.....	60
Quadro 6 – Distribuição da amostra de alunos a serem entrevistados por faixas de períodos letivos..	65
Quadro 7 – Resumo dos gargalos encontrados, ações a serem tomadas e os prazos estimados para implantação do BIM e ABP no curso de engenharia civil da UFES.....	109

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABP - Aprendizagem Baseada em Problemas
- AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção
- AIA – *International Alliance for Interoperability*
- BIM - *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação da Construção – em Português)
- CAD – *Computer Aided Design* (Desenho/Projeto auxiliado por computador – em Português)
- CAO - Concepção Assistida pelo Computador
- IES – Instituição de Ensino Superior
- IFC – *Industry Foundation Classes*
- NBR - Norma Brasileira Regulamentadora
- PBL – *Problem Based Learning* (Aprendizagem Baseada em Problemas – em Português)
- UFES - Universidade Federal do Espírito Santo

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	64
-----------------	----

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Modelo de questionário aplicado com alunos do curso de engenharia civil da UFES	130
Apêndice B – Roteiro das entrevistas feitas aos professores do curso de engenharia civil da UFES	133

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE QUADROS	xiii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xiv
LISTA DE EQUAÇÕES	xv
LISTA DE APÊNDICES	xvi
1 INTRODUÇÃO.....	20
1.1. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	22
1.2. QUESTÕES DA PESQUISA	25
1.3. OBJETIVOS	25
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	26
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	29
2.1.1. <i>BIM - BUILDING INFORMATION MODELING</i>	29
2.1.1.1. Dimensões de modelos BIM	33
2.1.1.2. Normatização da tecnologia BIM no Brasil.....	35
2.1.1.3. Vantagens e limitações do uso do BIM	36
2.1.2. ABP - APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	39
2.1.2.1. Princípios da ABP	40
2.1.2.2. Vantagens e limitações da ABP	43
2.2. PESQUISAS SOBRE NOVAS METODOLOGIAS NO ENSINO SUPERIOR NOS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA E URBANISMO	44

3	ABORDAGEM METODOLÓGICA	56
	3.1. O CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UFES	58
	3.2. ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS COM ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL	63
	3.3. ENTREVISTAS COM PROFESSORES DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UFES	66
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
	4.1. RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS COM ALUNOS.....	72
	4.2. RESULTADOS DAS ENTREVISTAS COM PROFESSORES	80
	4.3. RECOMENDAÇÕES PARA INSERÇÃO DA ABP E BIM NO ENSINO SUPERIOR DA ENGENHARIA CIVIL DA UFES	102
5	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
	5.1. CONCLUSÕES DE CARÁTER GERAL	115
	5.2. CONCLUSÕES RELATIVAS ÀS PERCEPÇÕES DOS DISCENTES E DOS PROFESSORES	116
	5.3. PROPOSTAS PARA FUTURAS PESQUISAS	119
	REFERÊNCIAS	121
	APÊNDICES	130

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

"Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário ver toda a escada.

Apenas dê o primeiro passo".

Martin Luther King Jr.

1 INTRODUÇÃO

O *Building Information Modeling* (BIM), cuja tradução para o português significa modelagem da informação da construção, permite que todas as informações de um empreendimento, desde a fase de concepção até a de desconstrução, sejam representadas por meio de um modelo digital criado pelo conjunto de dados agregados referentes às especialidades de cada profissional envolvido no ciclo de vida da edificação (BARISON; SANTOS, 2011), modificando a maneira como as pessoas trabalham, interagem e o produto que geram. Desse modo, o BIM pode contribuir para solucionar a fragmentação das informações, que resulta em problemas como falta de compatibilidade entre os projetos de arquitetura e engenharia, perda de documentos e baixa produtividade.

A procura por profissionais com conhecimento e domínio sobre este paradigma também se torna cada vez maior. No entanto, a falta de pessoal capacitado ou que conheça os benefícios que a mudança de metodologia traria, acaba por criar dificuldades na aplicação do BIM (LINO; AZENHA; LOURENÇO, 2012; GODOY; CARDOSO; BORGES, 2013; BASTO; LORDSLEMM JUNIOR, 2016).

Cerca de 30 anos atrás, o *Computer-Aided Design* (CAD) foi introduzido na construção civil. Cursos de graduação em arquitetura começaram a oferecer aulas de desenho e elaboração de projetos utilizando o AutoCAD. Hoje em dia, os profissionais enfrentam uma nova transição, ainda maior e mais desafiadora: desta vez do CAD para o BIM. Em resposta a esta demanda de mercado, as instituições acadêmicas estão explorando estratégias e abordagens para incorporar a educação BIM em sua graduação e até em currículos de pós-graduação.

Foi criado em 05 de junho de 2017, no âmbito do Governo Federal, o Comitê Estratégico de Implementação do BIM (CEBIM) que tem como finalidade propor a estratégia nacional de disseminação do BIM, as suas diretrizes e prioridades de atuação. O comitê será presidido pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e se reunirá trimestralmente e em caráter extraordinário, por convocação de seu presidente. Esse é um passo muito importante, assim como pode ser observado em países desenvolvidos, onde o BIM é uma realidade que moderniza a construção civil e otimiza a execução de obras públicas. Os resultados da adoção do BIM devem começar a aparecer no curto e médio prazo. O *Building*

Information Modeling (BIM) é considerado uma revolução no setor construtivo e sua disseminação, com vistas à democratização do seu uso entre as empresas brasileiras, é ação estratégica da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). A criação do comitê governamental faz parte desse esforço, proposto pela entidade, na expectativa de induzir melhorias na contratação e execução de obras públicas. No primeiro semestre de 2017, a CBIC realizou uma exibição nacional mostrando os benefícios do BIM a 10 cidades brasileiras. Esse tema também entrou na programação da Comissão de Materiais, Tecnologia, Qualidade e Produtividade (COMAT) da CBIC durante o 89º Encontro Nacional da Indústria da Construção (ENIC), realizado em Brasília, no mês de maio de 2017. A partir daí, ressalta-se a necessidade de formação de estudantes capacitados em BIM e passa-se a questionar se as universidades brasileiras estão preparadas para enfrentar este desafio de formar os novos profissionais para as demandas do mercado (Decreto Dsn 14473, de 05/06/2017).

Segundo Barison e Santos (2011), a partir de 2003, o ensino de BIM passou a ser inserido internacionalmente nos cursos da Indústria da Arquitetura e Construção, porém essa prática se intensificou entre 2006 e 2009. Isso ocorreu como uma exigência do mercado de trabalho, que começou a buscar profissionais habilitados para desenvolver e gerenciar projetos segundo o conceito BIM. No Brasil, Ruschel *et al.* (2013) afirmam que ocorreram experiências variadas, em diferentes momentos de 2006 a 2011.

Embora várias definições de BIM tenham sido dadas, a maioria dos pesquisadores acredita que BIM não é um produto ou tecnologia; e sim um processo que pode facilitar o sucesso do projeto, quando utilizado em todo o ciclo de vida do projeto (WANG; LEITE, 2014). A evolução da modelagem da informação da construção está interferindo cada vez mais nos papéis dos profissionais da construção civil. Para sua implementação é preciso rever conceitos e alterar a forma de pensar a criação dos projetos. Os conceitos de parametrização, interoperabilidade, integração e práticas colaborativas permitem o trabalho conjunto de todos os profissionais envolvidos no processo, dando suporte a todas as fases do ciclo de vida da edificação, abrangendo mais do que a fase de projetos.

A aceitação e o aumento do uso da plataforma BIM na Arquitetura, Engenharia e Construção Civil (AEC) ocorre, segundo Bynum, Issa e Olbina (2013), pela

possibilidade de elaboração de inúmeras simulações para definição de padrões do produto, sendo importante no desenvolvimento de soluções sustentáveis. Entretanto, é necessária a adoção da plataforma BIM tanto pelos escritórios de arquitetura, quanto pelos outros profissionais que compõem a indústria da construção civil, visando reduzir as dificuldades de absorver o conceito BIM e incorporar as outras fases do ciclo de vida da edificação no processo de modelagem da informação.

1.1. Justificativa e Relevância

As Instituições de Ensino Superior (IES), segundo Salgado, Pomp e Ribeiro (2014), também são essenciais no processo de transição para a plataforma BIM. Se os preceitos teóricos e práticos sobre BIM fossem incluídos na matriz curricular dos cursos de arquitetura e engenharia, a falta de mão de obra capacitada seria resolvida. Para Ruschel *et al.* (2011), um dos primeiros passos para a consolidação do BIM no ensino é a rediscussão dos currículos dos cursos de arquitetura e engenharia civil.

À medida que a importância do BIM é amplamente reconhecida na indústria da construção civil, se torna essencial para a geração de novos profissionais, o ensino de BIM nas universidades, afirmam os autores Menezes *et al.* (2012); Wang e Leite (2014); Salgado, Pomp e Ribeiro (2014); Wu e Issa (2014).

A evolução da modelagem de informações está interferindo cada vez mais nos papéis dos profissionais de engenharia e na indústria da construção civil em geral. O uso do BIM também afeta a forma como a informação é gerida pelos profissionais em todas as etapas de um empreendimento. A inserção do ensino do BIM no currículo requer mais ênfase na aprendizagem como um processo e não apenas o uso de softwares específicos.

Os discentes devem ter experiências de aprendizagem ativa, com incentivo da aprendizagem autodirigida e do pensamento crítico em todo o curso. Devem ser fornecidos aos alunos os conceitos fundamentais do BIM, como um processo e como uma nova forma de pensar em todo o ciclo de vida do projeto. Assim como, possibilitar ao aluno a experiência prática com os softwares da plataforma BIM e a

oportunidade de desenvolver a colaboração da equipe interdisciplinar e crítica, pensando por meio de projetos em grupo e trabalhos individuais.

Na formação em engenharia, é comum encontrar a crítica de que os métodos de ensino aprendizagem empregados não favorecem os atributos estipulados em suas diretrizes ou recomendados pelas associações profissionais, já que o modelo de transmissão - recepção de informações não lhes estimula o desenvolvimento da criatividade, do empreendedorismo e da capacidade de aprender autonomamente (...) (RIBEIRO, 2007 *apud* ESCRIVÃO e RIBEIRO, 2009, p. 24).

Sacks e Barak (2010) asseguram que o ensino do BIM deve iniciar nos primeiros anos da graduação e continuar durante toda formação do estudante. Conforme expõem Barison e Santos (2011), para o BIM a colaboração é um dos conceitos primordiais, contudo, para o seu ensino é necessária à integração de diferentes disciplinas. Tradicionalmente, nas instituições, os departamentos não se integram, além de ser difícil coordenar os horários dos professores e de toda a infraestrutura de laboratórios e salas de aula para atender aos alunos.

Existem muitos métodos de ensino-aprendizagem que podem ser utilizados para promover este efeito desejado nos cursos de engenharia. Pode-se considerar que todas as formas de aprendizagem ativa e/ou colaborativa, centradas no processo e/ou nos alunos, além dos métodos de ensino construtivistas atendem a esse propósito. Dentre esses métodos, podem ser citados a Aprendizagem Baseada em Problemas¹ (ABP).

A Aprendizagem Baseada em Problemas consiste no ensino centrado no estudante e baseado na solução de problemas. O currículo dos cursos que utilizam ABP geralmente é dividido em módulos temáticos, que são compostos de várias sessões e integram diversas disciplinas e o conhecimento básico. Para solucionar um problema, os alunos recorrem aos conhecimentos prévios, discutem, estudam, adquirem e integram os novos conhecimentos. A ABP valoriza, além do conteúdo a ser aprendido, a forma como ocorre o aprendizado, reforçando o papel ativo do aluno neste processo, permitindo que ele aprenda como aprender (BORGES *et al.*, 2014).

¹ Aprendizagem Baseada em Problemas também é denominada *Problem Based Learning (PBL)*, em inglês.

A ABP objetiva estimular a aprendizagem ativa e significativa; busca estabelecer uma relação entre o que acontece na sala de aula e fora dela; rejeita a noção de que todos devem aprender a mesma coisa e da mesma forma, independente de seus interesses e aptidões.

É necessário desenvolver no estudante a capacidade de “aprender a aprender”, conscientizando-o de suas capacidades e levando-o a assumir um papel ativo e responsável pela sua própria formação. Estas propostas permitem que o aluno tenha uma formação mais abrangente, uma vez que estimulam a integração de diferentes saberes e o desenvolvimento de determinadas habilidades e atitudes, além da construção do conhecimento sobre determinado tema.

Cursos que têm entre seus objetivos inserir BIM nos processos de ensino-aprendizagem devem também promover um alto grau de integração entre disciplinas, além de estimular a colaboração entre os docentes. Para isto é importante prever reuniões de coordenação e planejamento, além de horários comuns para que os professores possam trabalhar em componentes curriculares multidisciplinares (...) (CHECCUCHI, 2014, p. 5).

A adoção da ABP no ensino de engenharia pode ser justificada como uma resposta à percepção de alguns professores de que os alunos saem do curso com muitos conceitos, porém com pouca capacidade de utilizá-los e integrá-los à prática cotidiana, afirmam Escrivão Filho e Ribeiro (2009) na pesquisa realizada em cursos de engenharia da EESC-USP. Um currículo ideal que utilize a metodologia ABP “(...) deve ser estruturado ao redor de uma sequência de situações problema com grau crescente de sofisticação, que culmina, nos últimos anos, com situações similares às enfrentadas pelos profissionais em seus primeiros anos de carreira”, complementam os autores Escrivão Filho e Ribeiro (2009, p. 24).

Os profissionais estão se especializando cada vez mais e esta fragmentação da informação e do saber concorre para um distanciamento da visão de complexidade, que é necessária para o projeto. O adequado gerenciamento destas informações é determinante para minimizar o tempo e o custo nas etapas de execução. A migração dos métodos tradicionais de CAO (concepção assistida pelo computador), como o CAD, para o método mais dinâmico e integrador, como o BIM, é gradativa e tende a favorecer a compatibilização deste conjunto crescente de informações sobrepostas. Esta mudança também depende de investimentos em formação e capacitação profissional da equipe de trabalho (MARQUES *et al.*, 2015).

1.2. Questões da pesquisa

Neste contexto, as questões que se colocam nesta pesquisa são:

- Qual a percepção dos alunos do curso de engenharia civil da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em relação à possibilidade de incluir novas metodologias como BIM e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na formação acadêmica do engenheiro civil?
- Qual a percepção dos professores do curso de engenharia civil da UFES, em relação à possibilidade de incluir novas metodologias como BIM e ABP na formação acadêmica do engenheiro civil?
- A matriz curricular vigente do curso de engenharia civil da UFES comporta a inclusão de novas metodologias de ensino, como BIM e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)?
- Quais ações são necessárias para implantar BIM e ABP no curso de engenharia civil da UFES, sem necessariamente revisar a matriz curricular vigente?

1.3. Objetivos

O **objetivo geral** deste trabalho é identificar a percepção dos alunos e professores do curso de engenharia civil da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em relação à possibilidade de incluir novas metodologias como BIM e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na formação acadêmica do engenheiro civil e propor recomendações para implementação de novas metodologias de ensino-aprendizagem no curso de engenharia civil.

Para contemplar os objetivos principais, foram estabelecidos os seguintes **objetivos específicos**:

- Reconhecer o perfil do profissional engenheiro civil que atenda às novas exigências do mercado de trabalho;
- Estudar as contribuições do BIM no ensino de graduação na área de AEC;

- Identificar como o método ABP pode contribuir no desenvolvimento das habilidades necessárias ao profissional de engenharia civil, neste novo cenário;
- Identificar a percepção de alunos do curso de engenharia civil da UFES, em relação à possibilidade de incluir BIM e ABP no curso;
- Identificar a percepção de professores do curso de engenharia civil da UFES, em relação à possibilidade de incluir BIM e ABP no curso;
- Analisar e correlacionar a fundamentação teórica e a percepção de alunos e professores, quanto à possibilidade de incluir BIM e ABP no curso de engenharia civil da UFES, visando construir uma base de recomendações para implementação de novas metodologias de ensino-aprendizagem no curso de engenharia civil.

1.4. Estrutura da dissertação

O presente trabalho está estruturado em cinco partes.

No primeiro capítulo são apresentados a relevância do desenvolvimento do tema, os objetivos da dissertação e como alcançar os objetivos propostos.

No segundo capítulo, são apresentados os conceitos que respaldam esta pesquisa, utilizados na análise do estudo de caso e na fundamentação das recomendações para implementação de novas metodologias de ensino no curso de engenharia civil. Inicia-se com a abordagem sobre o BIM; em sequência, são apresentados os conceitos de ABP, suas vantagens e limitações relacionadas ao ensino e finaliza-se a fundamentação teórica com as pesquisas desenvolvidas sobre os dois temas em estudo, no Brasil e no mundo, destacando as inter-relações que podem contribuir para este trabalho.

No terceiro capítulo, é apresentada a metodologia, a forma como serão feitos os levantamentos e análises dos dados, além do estudo do curso de Engenharia Civil da UFES.

No quarto capítulo, são apresentados os resultados do estudo de caso, incluindo a percepção de alunos e professores do curso em estudo. Desenvolvem-se análises e, juntamente com base na fundamentação teórica, são propostas recomendações

para implementação de novas metodologias de ensino-aprendizagem no curso de engenharia civil. No quinto capítulo, apresentam-se as conclusões da pesquisa.

Por fim, seguem-se as referências e os apêndices.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais voltará ao seu tamanho original”.

Albert Einstein

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A fundamentação teórica revisa a literatura sobre os conceitos que respaldam esta pesquisa, utilizados na análise e na proposição da base de recomendações para implementação de novas metodologias de ensino-aprendizagem no curso de engenharia civil. Inicia-se com a abordagem sobre o *Building Information Modeling* (BIM), suas definições e conceitos, vantagens e limitações, sua relação com o ensino-aprendizagem; em sequência, são apresentados os conceitos e definições relacionados à Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), suas vantagens e limitações relacionadas ao ensino superior nos cursos de AEC. Finaliza-se a revisão bibliográfica com exemplos na literatura sobre os dois temas em estudo, no Brasil e no mundo, destacando-se as inter-relações que podem contribuir para o desenvolvimento deste trabalho. Os conceitos abordados a seguir inter-relacionam-se e, portanto, a organização do capítulo em itens não implica em sequência linear de conceitos, uma vez que são abrangentes, complexos, multidisciplinares e sistêmicos.

2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O capítulo de fundamentação teórica tem como objetivo auxiliar na ampla compreensão e contextualização do tema.

2.1.1. BIM - *BUILDING INFORMATION MODELING*

Muitas interpretações podem ser dadas para a sigla BIM, os significados mais utilizados são: *Building Information Model* (ou a tradução para o português, Modelo da Informação da Construção), que é uma representação digital baseada na modelagem orientada a objetos inteligentes e paramétricos das características físicas e funcionais de um edifício; *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação da Construção), que é o processo de utilização de plataformas tecnológicas interoperáveis para gerar e utilizar dados de forma eficiente para o planejamento, construção e operação de uma edificação durante todo o seu ciclo de vida, modificando as funções e relações entre os profissionais, através do estímulo à colaboração de todas as partes envolvidas e o acesso simultâneo às informações

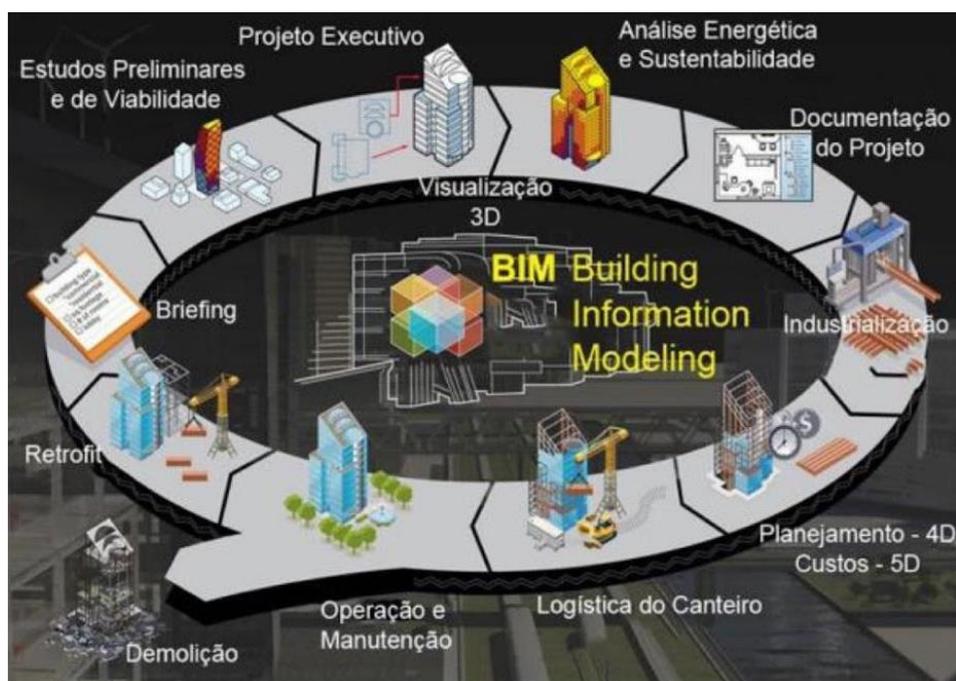
criadas por elas; e *Building Information Management* (Gerenciamento de Informação da Construção), que trata da organização e do controle do processo de gerenciamento por meio da utilização das informações contidas no modelo digital para efetuar o compartilhamento de informações durante todo o ciclo de vida do empreendimento (NATIONAL..., 2015 *apud* BASTO; LORDSLEMM JUNIOR, 2016).

As principais limitações da implementação do BIM estão associadas à mudança cultural e aos custos na aquisição, manutenção e aprimoramento das licenças de *softwares*, que representam um gasto maior quando comparado a projetos desenvolvidos com programas CAD disponíveis. É importante destacar também que os custos envolvidos na formação de pessoal e na construção de bibliotecas para a construção dos modelos são expressivos na fase de implantação do BIM. No entanto, entende-se que com o passar dos anos, o custo de capacitação tende a decrescer e o custo com a constante necessidade de atualização tecnológica acaba por ser mais significativo (BASTO; LORDSLEMM JUNIOR, 2016). Souza, Amorim e Lyrio (2009) e Checcucci (2014) defendem que o treinamento e a transmissão de conhecimento dos funcionários devem ser considerados como parte integrante dos custos, e alertam como desvantagem o declínio na curva de produtividade durante as fases iniciais de aprendizagem.

O princípio do sistema BIM é a elaboração do projeto com base em um modelo tridimensional único, capaz de concentrar diferentes informações técnicas e geométricas do projeto, podendo ser acessado por qualquer dos agentes, a qualquer etapa do projeto, inclusive durante a vida útil do edifício construído (Figura 1). Esta estrutura incentiva um processo integrado e colaborativo entre os diferentes agentes desde as fases iniciais, o que tende a beneficiar a concepção de edifícios sustentáveis de maior desempenho (EASTMAN *et al.*, 2014; MARQUES, BASTOS, BONNEAUD, 2015).

A transferência de dados e informações concentradas neste modelo central deve ser clara e precisa através dos diferentes softwares adotados pelos membros da equipe de projeto. De acordo com Marques, Bastos e Bonneaud (2015), o sistema *Open BIM* (standard IFC) assegura a interoperabilidade e a durabilidade dos modelos tridimensionais, com objetivo de dinamizar as trocas constantes de dados e informações durante o desenvolvimento e a realização do projeto. Daí a importância da parametrização no sistema BIM.

Figura 1 - Fases da implantação e do ciclo de vida de um empreendimento.



Fonte: <http://pmkb.com.br/artigo/o-que-e-tecnologia-bim-e-seus-beneficios>.

Disponível em: <<https://iop.org.br/2015/05/27/bim-a-modelagem-da-informacao-da-construcao>>.

Acesso em: 10 de maio de 2016.

A definição dos objetos de forma paramétrica, segundo Eastman *et al.* (2014), é uma das vantagens do sistema BIM. O objeto é definido por parâmetros e relacionado aos demais, tornando-os vinculados. Assim, quando um deles é alterado, o impacto se estende ao conjunto. No sistema *Closed BIM*, a falta de uniformidade entre os parâmetros de diferentes softwares se configura como um dos complicadores entre a troca de dados e sua posterior reutilização pelos diferentes agentes atuantes no projeto (EASTMAN *et al.*, 2014).

Para uma efetiva implementação do BIM, se torna fundamental sua introdução na matriz curricular dos cursos da AEC. Segundo Sabongi (2009), Sacks e Pikas (2013) e Checcucci (2014), a introdução de BIM nas universidades ocorre de maneira lenta devido a alguns desafios, como: novos métodos de ensino; deficiência de materiais, livros e outras fontes específicas; dificuldade de encontrar docentes preparados; custo das plataformas digitais; multidisciplinaridade requerida; criação de componentes curriculares; e carência de normas/requisitos para a implementação de BIM no currículo.

Apesar dos obstáculos citados, algumas universidades obtiveram sucesso na implantação do BIM na matriz curricular. Segundo Barison e Santos (2011), nos Estados Unidos, a *Georgia Institute of Technology* foi precursora do movimento da introdução das ferramentas BIM ao realizar pesquisas desde a década de 1990, tendo sido seguida pela maioria das demais universidades americanas a partir de 2003.

No âmbito nacional, a difusão das discussões sobre BIM foi impulsionada pela crescente preocupação com sua implementação nos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil. Algumas universidades brasileiras, que já estão trabalhando conteúdos referentes ao BIM em seus currículos com sucesso, são a Universidade de São Paulo (USP - SP) e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP - SP). Devem ser destacadas também as experiências na Universidade Federal do Ceará (UFC - CE), na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF - MG), na Universidade do Vale do São Francisco (UNIVASF - BA), Universidade Federal da Bahia (UFBA - BA), Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ - SC), como descrito nas pesquisas de Romcy, Cardoso e Miranda (2013); Ruschel, Andrade e Moraes (2013), Aguilar-Molina e Azevedo Júnior (2014); Checcucci e Amorim (2013); Delatorre e Cybis (2014), Santos *et al.* (2016). Tais pesquisas serão apresentadas no item 2.3 deste trabalho.

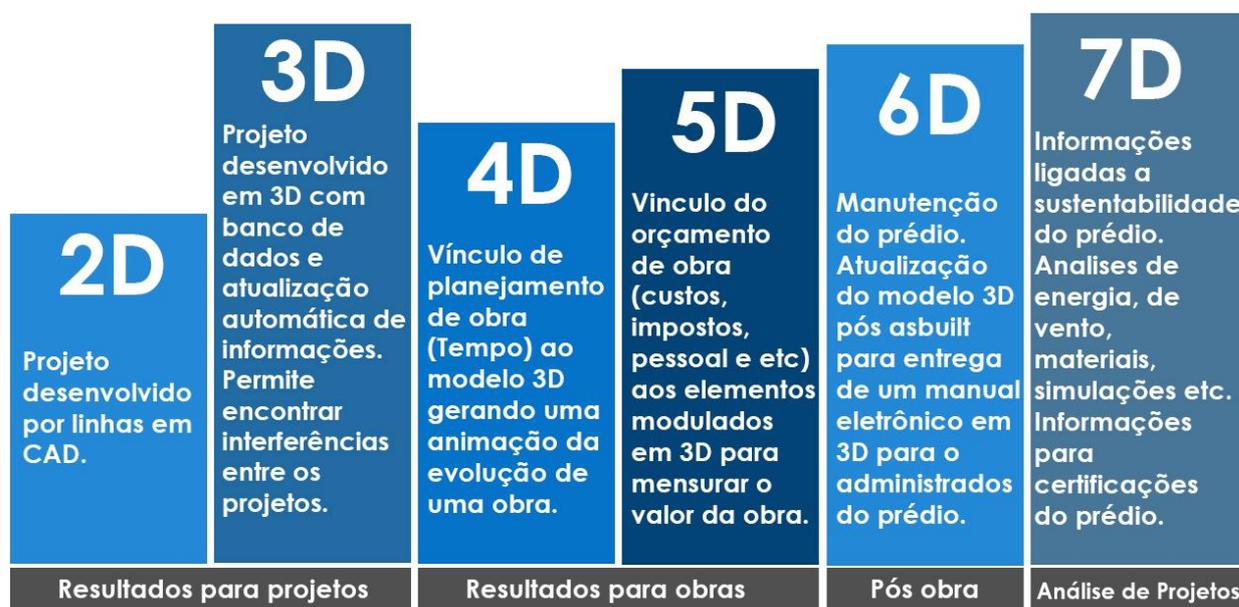
A adoção do BIM no país ainda é pontual e discreta, como atestam Checcucci, Pereira e Amorim (2011) e Ruschel, Andrade e Moraes (2013). A Integração de diferentes conteúdos e disciplinas e a necessidade de colaboração dos diversos professores são duas das grandes dificuldades a serem superadas para se adotar o paradigma BIM nos processos de ensino-aprendizagem. Nos Estados Unidos, segundo Becerik-Gerber, Gerber e Ku (2011), a maioria dos cursos de arquitetura e engenharia civil iniciou a oferta de alguma disciplina que aborda o paradigma BIM entre os anos de 2006 e 2009.

Pereira e Ribeiro (2014) fazem uma investigação a respeito da capacitação no uso de BIM, de modo a conhecer pesquisas que abordam essa questão e as possibilidades de inserção integrada nas disciplinas de graduação de Engenharia Civil no Brasil.

2.1.1.1 Dimensões de modelos BIM

As dimensões de um modelo BIM são atribuídas de acordo como este está programado e, conseqüentemente, os tipos de informação que dele serão dele extraídas. Na Figura 2, são apresentadas diversas dimensões possíveis para um modelo BIM.

Figura 2 - Modelos BIM utilizando nD.



Fonte: <http://bradleybim.com/2013/11/24/download-mcgraw-hill-lean-construction-bim-report-2013>.

Acesso em: 06/12/2015.

Um modelo computacional contendo as informações espaciais e qualidade do projeto (pilares, vigas, lajes, paredes, portas, janelas, tubulações etc.) é um modelo 3D. Dele será possível extrair informações sobre a compatibilização espacial do projeto, as especificações de materiais e acabamentos, quantitativo de materiais, soluções para revestimento, entre outros. Ao programar um modelo BIM para receber informações de prazo (produtividade das equipes de produção, número de equipes e sequência construtiva), esse receberá o nome de modelo BIM 4D. Dele serão retiradas informações sobre o cronograma da obra, como início e término de cada atividade, configurações espaciais a cada etapa da execução, *lead time* e ritmo de produção (CAMPESTRINI *et al.*, 2015; EASTMAN *et al.*, 2014).

Pode ser definido como modelo BIM 5D aquele que foi programado para receber informações de custo dos serviços (custo de materiais, mão de obra e equipamentos, despesas indiretas e bônus, etc.). A partir desse, será possível obter diversas informações, entre elas o custo das atividades da obra e as curvas de acompanhamento. Quando se deseja obter informações sobre o uso da edificação, passa-se ao modelo BIM 6D. Esse recebe informações sobre a validade dos materiais, os ciclos de manutenção, o consumo de água e energia elétrica, entre outros. O modelo BIM 6D contendo essas informações poderá ser usado para extrair informações de custos de operação e manutenção da edificação (CAMPESTRINI *et al.*, 2015; EASTMAN *et al.*, 2014).

Por sua vez, o modelo BIM 7D incorpora todos os aspectos do projeto de gestão de informações relativas ao ciclo de vida da obra (MARITAN, 2015). Nessa fase do ciclo de vida da edificação, onde ocorre a gestão da manutenção, pode-se acessar e controlar a garantia dos equipamentos, planos de manutenção, informações referentes a fabricantes e fornecedores, dentre outros. É importante a compreensão do conceito relacionado ao formato COBie (*Construction Operations Building Information Exchange*), que se trata de um subconjunto das informações necessárias para a gestão e operação do edifício (MANZIONE, 2015). O COBie filtra, separa as informações necessárias para a gestão e manutenção do edifício. É homologado pela *Buildingsmart* (assim como o IFC). Entretanto, é necessário o entendimento de que o COBie é elaborado ao longo do projeto e também da obra, em etapas, por cada um dos envolvidos no processo, tanto consultores quanto projetistas.

Quanto mais dimensões possuir o modelo, maiores e melhores serão os tipos e a qualidade das informações possíveis de serem modeladas a partir deles, tornando as tomadas de decisões mais complexas e também mais precisas. Pode-se concluir então, que ainda mais importante que saber elaborar e programar um modelo BIM com nD, é conseguir utilizá-lo em todo o processo BIM, extraindo dele o máximo de informações relevantes em cada etapa. Afinal, o que agrega valor ao projeto não é apenas ter um modelo, e sim o fato de fazer parte de um processo que utiliza a tecnologia BIM.

2.1.1.2 Normatização da Tecnologia BIM no Brasil

Algumas ações no sentido de normatização da tecnologia BIM no Brasil já estão sendo feitas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) desde 2011. Diferentemente do CAD, um modelo BIM não é formado por um conjunto de objetos (como linhas, textos, dentre outros), mas sim por um conjunto de componentes com informações e valores agregados, também chamados de famílias (como: portas, janelas, paredes, tubulações, etc.).

O Grupo de Trabalho de Componentes BIM da Comissão de Estudo de Modelagem da Informação da Construção (ABNT/CEE-134) trabalha com o objetivo de padronizar os componentes BIM. Assim, os fornecedores do setor poderão criar e disponibilizar os componentes dos seus produtos, já baseados em um padrão, garantindo que quaisquer profissionais que utilizem softwares normatizados possam incluir tais componentes em seus modelos. O escopo de trabalho desta comissão é criar uma “normalização referente à modelagem de informação da construção (*Building Information Modeling* - BIM), inclusive sistemas de classificação de elementos e componentes da construção” (<http://www.abnt.org.br/cb-134>, acesso em 06/12/15).

A norma ABNT NBR 15965 - Sistema de classificação da informação da construção (ABNT, 2011), define a terminologia, os princípios do sistema de classificação e os grupos de classificação para o planejamento, projeto, gerenciamento, obra, operação e manutenção de empreendimentos da construção civil. Na prática, todos os termos utilizados na construção civil (materiais, equipamentos, serviços, espaços, unidades, etc.) foram padronizados e itenizados, facilitando a troca de informações entre agentes nacionais e internacionais. Todas as partes componentes da NBR 15965 apresentam a estrutura de classificação que define as informações (ou dados referenciados e utilizados durante o processo de criação e manutenção de um objeto construído) para aplicação na tecnologia de modelagem da informação da construção, pela indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

As partes 1, 2, 3 e 7 da NBR 15965 já foram publicadas, estando as demais (partes 4, 5 e 6) em desenvolvimento. Em 2011 foi publicada a parte 1 (ABNT, 2011), que define a terminologia e a estrutura a ser utilizada; em 2012 foi publicada a parte 2 (ABNT, 2012), que aborda as características dos objetos da construção; em 2014, a

parte 3 (ABNT, 2014), que tem por objetivo apresentar os processos da construção, para aplicação na tecnologia de modelagem da informação da construção, pela indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC); em 2015, foi publicada a parte 7 (ABNT, 2015), que aborda as informações da construção.

As normas brasileiras em desenvolvimento pela ABNT/CEE-134 visam organizar aspectos-chave para a adoção de BIM no país. A disponibilidade de um sistema de classificação de informações codificado padronizado, além de facilitar muito a implementação de vários usos de BIM, incluindo orçamentação, planejamento e suprimentos, também significa a remoção de uma barreira para viabilização do trabalho colaborativo na indústria da construção civil brasileira (CATELANI; SANTOS, 2017).

As tabelas de classificação contidas nesta norma podem ser utilizadas para criar EAPs (Estrutura Analítica de Projeto) padronizadas, que poderão ser corretamente entendidas e interpretadas, não apenas por pessoas (HHI – Interações entre Humanos e Humanos), mas também por diferentes softwares (CCI – Interações entre Computador e Computador). Embora ainda não tenha sido completamente publicada, a ABNT NBR 15965 já foi utilizada em projeto real, e muito ambicioso, de implantação BIM, na CCDI – Camargo Corrêa Desenvolvimento Imobiliário (TRINDADE *et al.*, 2016 apud CATELANI; SANTOS, 2017).

2.1.1.3 Vantagens e limitações do uso do BIM

De acordo com Kubba (2012) apud Marques, Bastos e Bonneaud (2015, p.1492), “esta tecnologia é particularmente valiosa para o projeto sustentável, pois permite que os membros da equipe construam um modelo virtual (...) que pode ser compartilhado, o que facilita uma integração dos trabalhos das várias equipes envolvidas no projeto”. Desta forma, o sistema BIM se torna um aliado das iniciativas sustentáveis, ao disponibilizar recursos que permitem uma maior integração entre as questões técnicas, econômicas e ambientais vinculadas de forma contínua ao processo de projeto. Com isto, há o incentivo e a viabilização do papel colaborativo e participativo dos diferentes agentes desde as etapas de concepção.

A elaboração do projeto baseado em um modelo tridimensional agregado à informação irá se constituir numa oportunidade para reafirmar os vínculos entre as

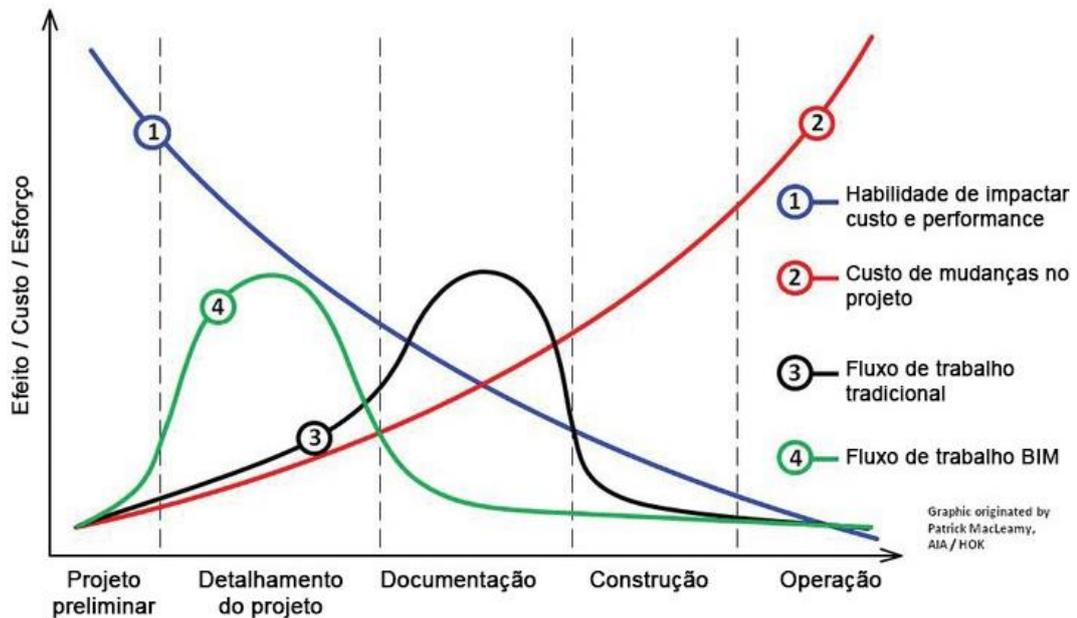
ferramentas digitais de análise e de modelagem, objetivando por fim, estreitar as relações entre concepção e desempenho. Marques, Bastos e Bonneaud (2015) alertam para o fato de que o computador é, inevitavelmente, controlado por pessoas. Toda essa estrutura digital, com enorme potencial, depende diretamente da ação, da ordem, da programação, da decisão do homem. Mesmo que o processo de projeto seja intensamente mediado através de recursos digitais, é o projetista, o responsável pelas decisões adotadas ao longo do percurso.

Os benefícios advindos do BIM viabilizam o manuseio e gerenciamento dos dados e informações do projeto de maneira mais clara e eficiente. A interoperabilidade ainda é um ponto chave que demanda aperfeiçoamento e investimento das empresas de tecnologia a fim de evitar o retrabalho e a incompatibilidade das informações entre diferentes softwares.

A Curva de MacLeamy (Figura 3) é um exemplo de como funciona o fluxo de trabalho em BIM em comparação com o fluxo de trabalho tradicional. Nela têm-se quatro linhas: a preta representando o fluxo de trabalho tradicional, a verde o fluxo em BIM, a linha azul representa a capacidade da equipe de impactar no custo e desempenho ao longo da vida do projeto, a vermelha representa o custo das mudanças no projeto. O que se pode observar é que conforme o projeto avança, o custo de realizar mudanças aumenta, e a habilidade da equipe de impactar nesse custo é menor.

Pelo método tradicional, onde predominam os projetos 2D (como no AutoCAD), a maior parcela do esforço é aplicada durante a documentação do projeto, enquanto no BIM se dá durante o detalhamento do mesmo. Isso acontece, pois no BIM cria-se um modelo tridimensional do edifício e grande parte da documentação é extraída automaticamente desse modelo, trazendo bastante vantagem em relação à redução de custos e erros. É importante destacar também que, ao começar a implantar o BIM, pode-se ter a sensação de que a quantidade de trabalho aumentou em relação ao processo tradicional. Porém, na verdade, o que houve foi uma redistribuição do trabalho: maior concentração na parte inicial, com a vantagem de maiores possibilidades de modificações e com um menor custo.

Figura 3 - Curva de MacLeamy



Fonte: <https://engenhariaetc.wordpress.com/2015/09/21/bim-entendendo-a-curva-de-macleamy-e-como-funciona-basicamente-o-fluxo-de-trabalho-em-bim>. Acesso em 06/12/2015.

BIM pode auxiliar também a produção de edificações que atendam aos requisitos da sustentabilidade ambiental, uma vez que permite que as decisões de projeto das diferentes especialidades envolvidas sejam tratadas num único modelo que compatibiliza as soluções indicando os possíveis conflitos. Naturalmente, o compartilhamento de informações através de um modelo digital implica a organização do processo de trabalho entre os atores envolvidos na produção do projeto. Estes deverão rever sua organização interna, de forma a buscar um modo de trabalho que seja comum a todos, viabilizando a interoperabilidade e o trabalho sobre os mesmos dados: elementos topográficos, projetos de arquitetura, memoriais descritivos, orçamento, entre outros (SALGADO, CUNHA e DUARTE, 2015).

(...) durante o percurso do processo de projeto, independente das etapas, o ambiente digital é parte do ambiente físico. O ambiente digital viabiliza o processamento ágil e preciso da informação que é definida pelos agentes no ambiente físico, ou seja, a equipe de projeto. Configura-se como responsabilidade dos projetistas e dos demais agentes envolvidos no processo, as decisões estabelecidas, o fornecimento dos dados de entrada, a análise e interpretação dos resultados das simulações, assim como a análise e repercussão dos resultados processados através das simulações em meio digital. A ética profissional e as diretrizes para o desenvolvimento sustentável devem ser norteadoras deste processo (MARQUES, BASTOS, BONNEAUD, 2015, p. 1499).

Destacam-se algumas das possibilidades oferecidas pela plataforma BIM para a produção de edificações que considerem os requisitos de sustentabilidade ambiental, segundo Salgado, Cunha e Duarte (2015): colaboração dos projetistas com confiabilidade das informações durante o desenvolvimento de projetos; economia de recursos, que podem ser investidos apenas nas soluções que tragam efetivamente os resultados desejados (identificados através das simulações realizadas na plataforma); antecipação das decisões; identificação de incompatibilidades durante o desenvolvimento do projeto, através do ajuste entre as soluções propostas por todos os envolvidos; planejamento e detalhamento durante o desenvolvimento do projeto antes da execução; criação de uma base de dados com informações obtidas a partir de projetos realizados anteriormente; geração de edificações sustentáveis, uma vez que os aspectos de manutenção e operação podem ser testados ainda na fase de projeto.

2.1.2. ABP - APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) consiste no ensino centrado no estudante e baseado na solução de problemas. O currículo dos cursos que utilizam ABP geralmente é dividido em módulos temáticos, que são compostos de várias sessões e integram diversas disciplinas e o conhecimento básico. Para solucionar um problema, os alunos recorrem aos conhecimentos prévios, discutem, estudam, adquirem e integram os novos conhecimentos. A ABP valoriza, além do conteúdo a ser aprendido, a forma como ocorre o aprendizado, reforçando o papel ativo do aluno neste processo, permitindo que ele aprenda como aprender (BORGES *et al.*, 2014).

Segundo Ansari *et al.* (2015), esta metodologia é considerada bem sucedida no incremento do desenvolvimento da capacidade de pensamento crítico, das qualidades de liderança, na autoaprendizagem, nas habilidades profissionais e interpessoais, nas habilidades de trabalho em equipe e de gestão, na aprendizagem colaborativa, na prática da empatia, dentre outras.

A ABP estimula o desenvolvimento de habilidades técnicas, cognitivas, de comunicação e atitudinais; o respeito à autonomia do estudante; o trabalho em

pequenos grupos; e a educação permanente. A implementação ou transição para um método de ensino como a ABP requer investimentos tanto em recursos humanos quanto materiais, além de um programa bem estruturado de capacitação de professores e alunos.

Apesar de utilizado anteriormente por outras áreas do conhecimento, a ABP foi introduzida no ensino de Ciências da Saúde na *Mc Master University*, Canadá, em 1969, sob a coordenação de Howard S. Barrows. As principais características do programa eram: ausência de disciplinas, integração de conteúdo e ênfase na solução de problemas. Assim, o método, desafiador no início, levaria ao desenvolvimento no estudante de habilidades para dirigir o próprio aprendizado, de integração de conhecimentos, de identificação e exploração de novos temas, gerenciamento da sua educação permanente e capacidade de trabalhar em equipe.

A estrutura curricular do novo curso era constituída por Unidades Interdisciplinares e no ano final, internato rotatório. As habilidades clínicas e de comunicação eram adquiridas em unidade vertical paralela. A ABP estimula o estudante a desenvolver habilidades para gerenciar o próprio aprendizado, buscar ativamente as informações, integrar o conhecimento, identificar e explorar áreas novas, com isso o estudante adquire ferramentas para desenvolver habilidades técnicas, cognitivas e atitudinais para a prática profissional e também para aprender ao longo da vida.

Além disso, à medida que estimula uma atitude ativa do aluno em busca do conhecimento e não meramente informativa, como é o caso da prática pedagógica tradicional, a ABP caracteriza-se como uma metodologia formativa (SAKAI e LIMA, 1996 apud BORGES *et al.*, 2014).

2.1.2.1 Princípios da ABP

Schmidt (1993) apud Neves (2006) estabelece seis componentes principais para o desenvolvimento da ABP. São eles: o problema, os grupos tutoriais, o tutor, o estudo individual, a avaliação do estudante e a estruturação do currículo.

O elemento central da ABP é o aluno, e o grupo tutorial é a base do método. No grupo tutorial, os alunos são apresentados a um problema, pré-elaborado por um conjunto de docentes, e, com a facilitação de um tutor, são estimulados a discutir e

elaborar hipóteses. Segundo Borges *et al.* (2014, p. 305), “os problemas na ABP constituem o ponto de partida, os ‘gatilhos’, para a discussão e, conseqüentemente, o aprendizado. Desta forma, a qualidade dos problemas influencia o desenvolvimento do grupo e dos estudantes”.

Portanto, a ABP valoriza, além do conteúdo a ser aprendido, a forma como ocorre o aprendizado, reforçando o papel ativo do aluno neste processo, permitindo que ele aprenda como aprender. A ABP oferece diversas vantagens, como o desenvolvimento da autonomia, a interdisciplinaridade, a indissociabilidade entre teoria e prática, o desenvolvimento do raciocínio crítico e de habilidades de comunicação, e a educação permanente. Porém, para a sua utilização são necessários investimentos em recursos humanos e materiais, além de um programa de capacitação de professores e alunos bem estruturado, que devem sempre ser considerados antes de sua implementação (BORGES *et al.*, 2014, p. 301).

Esta situação motivadora nos grupos tutoriais leva a definição de objetivos de aprendizagem, que serão os estímulos para o estudo individual. O Quadro 1 abaixo resume os papéis dos participantes do grupo tutorial.

O fato dos alunos estarem divididos em pequenos grupos facilita o processo de aquisição do conhecimento e contribui de maneira significativa para o desenvolvimento de outros atributos na formação do aluno, tais como: as formas de comunicação, o trabalho em equipe, solução de problemas, respeito aos colegas e desenvolvimento de postura crítica. Afinal, na ABP, o processo de aprendizado é tão importante quanto o conhecimento em si.

Quadro 1- Descrição dos papéis dos participantes do grupo tutorial

ESTUDANTE COORDENADOR	ESTUDANTE SECRETÁRIO	MEMBROS DO GRUPO	TUTOR
<ul style="list-style-type: none"> • Liderar o grupo tutorial • Encorajar a participação de todos • Manter a dinâmica do grupo tutorial • Controlar o tempo • Assegurar que o secretário possa anotar os pontos de vista do grupo 	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar pontos relevantes apontados pelo grupo • Ajudar o grupo a ordenar seu raciocínio • Participar das discussões • Registrar as fontes de pesquisa utilizadas pelo grupo 	<ul style="list-style-type: none"> • Acompanhar todas as etapas do processo • Participar das discussões • Ouvir e respeitar as opiniões dos colegas • Fazer questionamentos • Procurar alcançar os objetivos de aprendizagem 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimular a participação do grupo • Auxiliar o coordenador na dinâmica do grupo • Verificar a relevância dos pontos anotados • Prevenir o desvio do foco da discussão • Assegurar que o grupo atinja os objetivos de aprendizagem • Verificar o entendimento do grupo sobre as questões discutidas

Fonte: BORGES *et al.* (2014).

O tutor/professor deve ser um facilitador para a sessão de ABP. Barrows (1980) apud Ansari *et al.* (2015), afirma que a função do tutor deve ser facilitar a aprendizagem dos alunos, em vez de transmitir conhecimentos ou dar uma aula. É necessário que o tutor seja imparcial e muitas das vezes até lacônico. Sua interferência deve ser a mínima necessária e preferencialmente na forma de perguntas, com intuito apenas de estimular a participação ativa e também corrigir rumos quando a discussão se afastar muito do tema proposto (BARROWS [1980] apud ANSARI *et al.* [2015]; BORGES *et al.*, 2014). Suas principais atribuições são: estimular o processo de aprendizagem dos estudantes; estimular o trabalho dos grupos e a participação dos estudantes. A opinião dos estudantes deve ser respeitada e deve-se estar atento para detectar a presença de estudantes com problemas; fornecer *feedback* e realizar avaliações. Sua função não é dar uma aula para os estudantes (BORGES *et al.*, 2014).

2.1.2.2 Vantagens e limitações da ABP

As maiores vantagens de se utilizar o método da ABP poderão ser constatadas com a evolução profissional do egresso, especialmente as características ligadas à autonomia, ao autodidatismo e ao desenvolvimento de uma postura profissional de base científica. Fatores como a busca ativa do conhecimento e a interdisciplinaridade podem gerar um aprendizado mais eficaz se comparado ao ensino tradicional, pois o conhecimento antes fragmentado, oferecido em disciplinas isoladas, é substituído por aplicações de situações-problema de cunho mais realista, que envolvem vários aspectos do conhecimento.

A ABP favorece o desenvolvimento de habilidades de comunicação para trabalho em pequenos grupos, exposição de ideias, capacidade de argumentação e crítica. O respeito às diferentes opiniões, a autocrítica, o senso de responsabilidade, a capacidade de gerenciar projetos e as atividades de um grupo de trabalho também são importantes ganhos (BORGES *et al.*, 2014, p. 306).

Neste método, os professores não possuem total controle sobre o conteúdo desenvolvido. Além disso, o aprendizado passa a ser centrado no estudante, mudando-se a forma de transmitir o conhecimento. Esse novo papel do professor no processo de ensino-aprendizagem pode ser considerado uma das grandes limitações para a adoção da ABP nas instituições de ensino superior, especialmente naquelas que se fundamentaram e se desenvolveram dentro do ensino tradicional. A dificuldade em se institucionalizar uma inovação, como uma nova abordagem metodológica, muitas das vezes acaba por retardar, e até mesmo inviabilizar, a sua adoção.

Os estudantes também podem se mostrar resistentes às mudanças ao serem desafiados a sair de suas zonas de conforto e quebrar a inércia comum aos alunos em geral. A nova dinâmica de aquisição do conhecimento pode gerar desconforto e requer uma postura proativa, o que nem sempre é bem assimilado e aceito por todos os discentes. Além disso, a falta de experiência de professores e estudantes com os fundamentos teóricos e práticos da ABP é outro fator que pode limitar a sua aplicação.

Segundo Borges *et al.* (2014) e Ansari *et al.* (2015), a implementação ou transição para um método de ensino como a ABP requer investimentos tanto em recursos humanos quanto materiais. O trabalho em pequenos grupos pode trazer a necessidade de ampliação do corpo docente, a revisão das matrizes curriculares ou mudanças nos planos de ensino das disciplinas. Além disso, é fundamental a criação de um programa de capacitação de professores e alunos, visando maior familiarização dos mesmos com o novo modelo pedagógico.

Quanto aos recursos materiais, há necessidade de maior investimento para que sejam disponibilizados aos estudantes os mais variados recursos educacionais, como bibliotecas, laboratórios, salas de estudo, recursos audiovisuais, e de informática, acesso livre a base eletrônica de dados, entre outros, uma vez que a ABP pressupõe autonomia do estudante na busca do conhecimento, e a estrutura para essa atividade precisa ser garantida pela escola (BORGES *et al.*, 2014, p. 306).

Ressalta-se que as vantagens e limitações da ABP devem ser analisadas, considerando-se, ainda, as condições específicas de cada currículo e de cada curso. Assim, para avaliar o resultado do emprego de um novo método de ensino na formação do engenheiro civil, é importante analisar o currículo proposto e os subsequentes ganhos de aprendizagem (ANSARI *et al.*, 2015; BORGES *et al.*, 2014).

2.2. PESQUISAS SOBRE NOVAS METODOLOGIAS NO ENSINO SUPERIOR NOS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA E URBANISMO

Pode-se considerar que todas as formas de aprendizagem ativa e/ou colaborativa, centradas no processo e/ou nos alunos, atendem ao propósito de formar profissionais com habilidades de autocrítica, argumentação, senso de responsabilidade, capacidade de gerenciar projetos e de trabalhar em grupo. Dentre esses métodos, destaca-se a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) pela sua potencial capacidade de trazer uma formação mais abrangente ao engenheiro civil.

A adoção da ABP no ensino de engenharia pode ser justificada como uma resposta à percepção de alguns professores de que os alunos saem do curso com muitos conceitos, porém com pouca capacidade de utilizá-los e integrá-los à prática

cotidiana (ESCRIVÃO FILHO e RIBEIRO, 2009). Um currículo ideal que utilize a metodologia ABP “(...) deve ser estruturado ao redor de uma sequência de situações problema com grau crescente de sofisticação, que culmina, nos últimos anos, com situações similares às enfrentadas pelos profissionais em seus primeiros anos de carreira”, afirmam os autores Escrivão Filho e Ribeiro (2009, p. 24). No Quadro 2, são apresentadas várias pesquisas que abordam a ABP e o ensino de graduação nos cursos da área da construção civil.

Quadro 2 – Pesquisas que abordam **ABP no ENSINO** (continua).....

AUTOR	TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO E LOCAL	PUBLICAÇÃO
NEVES	Desenvolvimento de competências de gerentes intermediários na construção civil através da adaptação da Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP.	2006	UFRS – Porto Alegre/RS	Tese doutorado no Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da UFRS
ESCRIVÃO FILHO e RIBEIRO	Aprendendo com PBL - Aprendizagem Baseada em Problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC-USP	2009	São Carlos/SP	Revista Minerva
MOHD-YUSOF, HASSAN, JAMALUDIN e HARUN.	Cooperative Problem-based Learning (CPBL) – A practical PBL model for engineering courses	2011	Malásia	2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), p. 366
BASRI, ZAIN, BASRI e SUJA.	Introduction to Environmental Engineering: A Problem-based Learning Approach to Enhance Environmental Awareness among Civil Engineering Students	2012	Malásia	Procedia Social and Behavioral Sciences, 60, p. 36-41.
CASALE.	Aprendizagem baseada em problemas – desenvolvimento de competências para o ensino em engenharia.	2013	USP – São Paulo/SP	Tese de Doutorado no DEP - Escola de Engenharia de São Carlos
SHINDE e INAMDAR.	PBL for Engineering Education in India: Need and Recommendations	2013	Índia	Springer Science, Business Media New York 2013

Fonte: A autora.

Quadro 2 – Pesquisas que abordam **ABP no ENSINO** (conclusão).

AUTOR	TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO E LOCAL	PUBLICAÇÃO
OSMAN	Ready or not: students with self-directed learning?	2015	Malásia	Journal of Engineering Science and Technology Special Issue on UKM Teaching and Learning Congress 2013, June (2015).

Fonte: A autora.

A inserção do BIM no ensino de graduação pode propiciar ao aluno a oportunidade de desenvolver a colaboração da equipe interdisciplinar e crítica, com o desenvolvimento de projetos em grupo e trabalhos individuais. No Quadro 3, são apresentadas pesquisas que abordam o BIM e o ensino de graduação nos cursos da área da construção civil.

Quadro 3 – Pesquisas que abordam **BIM no ENSINO** (continua).....

AUTOR	TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO E LOCAL	PUBLICAÇÃO
TAYLOR, LIU, HEIN.	Integration of Building Information Modeling into an ACCE (Accredit construction management curriculum).	2008	EUA	ASC Annual International Conference, Associated Schools of Construction, 44, Auburn, AL.
SACKS e BARAK	Teaching Building Information Modeling as an Integral Part of Freshman Year Civil Engineering Education	2010	EUA	Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice
BARISON e SANTOS	Tendências atuais para o ensino de BIM.	2011	Salvador/BA	TIC 2011 - V Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil

Fonte: A autora.

Quadro 3 – Pesquisas que abordam **BIM no ENSINO** (continua).....

AUTOR	TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO E LOCAL	PUBLICAÇÃO
RUSCHEL	O ensino de BIM: exemplos de implantação em cursos de Engenharia e Arquitetura.	2011	Salvador/BA	TIC 2011 - V Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil
FORGUES, STAUB-FRENCH e FARAH.	Teaching Building Design and Construction Engineering. Are we ready for the paradigm shift?	2011	Canadá	Canadian Engineering Education Association Second Annual Conference, St. John's, Newfoundland, Canada, June 6-8, 6p.
MENEZES, VIANA, PEREIRA JÚNIOR e PALHARES.	O impacto da Tecnologia BIM no ensino de projetos de edificações.	2012	Belém/PA	XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE
BYNUM, ISSA e OLBINA.	Building Information Modeling in Support of Sustainable Design and Construction	2013	EUA	Journal of Construction Engineering and Management
RUSCHEL, ANDRADE e MORAIS.	O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?	2013	Porto Alegre/RS	Revista Ambiente Construído
CHECCUCCI e AMORIM.	O paradigma BIM: competências necessárias para sua inserção em cursos de engenharia civil	2013	UFBA – Bahia UNIVASF - Bahia	Capítulo de Livro-Relatório, Rede BIM Brasil, Capes-Pro-Engenharias 2008-2013. Livro: Modelagem da Informação da construção: uma experiência brasileira em BIM.

Fonte: A autora.

Quadro 3 – Pesquisas que abordam **BIM no ENSINO** (continua).....

AUTOR	TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO E LOCAL	PUBLICAÇÃO
CHECCUCCI, PEREIRA e AMORIM.	Uma visão da difusão e apropriação do paradigma BIM no Brasil – TIC 2011	2013	São Paulo/SP	Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 19-39, jan.-jun. 2013.
CHECCUCCI e AMORIM.	Identificando interfaces entre BIM e a matriz curricular de cursos de engenharia civil.	2013	Campinas/SP	III Simpósio Brasileiro De Qualidade Do Projeto No Ambiente Construído, VI Encontro De Tecnologia De Informação E Comunicação Na Construção.
ROMCY, CARDOSO e MIRANDA.	BIM e Ensino: Experiência acadêmica realizada na Universidade Federal do Ceará.	2013	Campinas/SP	III Simpósio Brasileiro De Qualidade Do Projeto No Ambiente Construído, VI Encontro De Tecnologia De Informação E Comunicação Na Construção.
BARISON e SANTOS	Ferramenta para planejamento de disciplina BIM	2014	Maceió/AL	XV ENTAC – Maceió/AL
CHECCUCCI.	Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em arquitetura e engenharia civil.	2014	São Paulo/SP	III ENANPARQ Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
CHECCUCCI, PEREIRA e AMORIM.	Modelagem da informação da construção (BIM) no ensino de arquitetura.	2014	São Paulo/SP	XVII SIGRADI Conference of The Iberoamerican Society of Digital Graphics: Knowledge-Based Design

Fonte: A autora.

Quadro 3 – Pesquisas que abordam **BIM no ENSINO** (continua).....

AUTOR	TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO E LOCAL	PUBLICAÇÃO
CHECCUCCI	Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Engenharia Civil e o papel da Expressão Gráfica neste contexto	2014	Salvador/BA	Tese doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento – Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação, Salvador, 2014.
CHECCUCCI e AMORIM.	Método para análise de componentes curriculares: identificando interfaces entre um curso de graduação e BIM.	2014	Campinas/SP	PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção, v.5.
DELATORRE	Potencialidades e limites do BIM no ensino de arquitetura: uma proposta de implementação.	2014	UFSC – Florianópolis/SC	Dissertação de Mestrado
DELATORRE e CYBIS.	BIM no currículo de Arquitetura: Visões e reflexões para uma implementação.	2014	UFSC - Florianópolis/SC	SIGRADI 2014 Blucher Design Proceedings, Volume 1, Número 8.
WANG e LEITE	Process-Oriented Approach of Teaching Building Information Modeling in Construction Management	2014	EUA	Journal Of Professional Issues In Engineering Education & Practice
EASTMAN, TEICHOLZ, SACKS e LISTON.	Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.	2014	Porto Alegre/RS	Tradução de Livro, Ed. Bookman
SALGADO, POMP e RIBEIRO.	A divulgação do conceito BIM no meio acadêmico e o processo de incorporação pelas universidades e centros universitários de Belo Horizonte.	2014	Belo Horizonte/MG	Revista Construindo
MARQUES, BASTOS e BONNEAUAD	Análise ambiental da envoltória do edifício: Diálogo com o Sistema BIM.	2015	França Brasil	EURO ELECS 2015, Portugal.

Fonte: A autora.

Quadro 3 – Pesquisas que abordam **BIM no ENSINO** (conclusão).

AUTOR	TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO E LOCAL	PUBLICAÇÃO
BARISON	Introdução de BIM no currículo – uma contribuição para a formação do projetista	2015	São Paulo/SP	Tese de doutorado – Escola Politécnica da USP
CALMON, CAVALCANTE e SALUME.	Abordagem do BIM na produção científica brasileira: uma pesquisa bibliométrica.	2016	UFES Vitória/ES	SBE16 Brazil & Portugal Sustainable Urban Communities towards a Nearly Zero Impact Built Environment
SANTOS, FERREIRA, CORRÊA, LEITE e BARISON.	Relato de experiência de ensino de BIM em disciplina introdutória de curso de engenharia civil	2016	São Paulo/SP	XVI ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
MACHADO, RUSCHEL e SCHEER.	Análise bibliométrica da produção brasileira de artigos científicos na área de BIM.	2016	São Paulo/SP	XVI ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
RABBI, CALMON e CONDE.	Uso da tecnologia BIM no ensino de arquitetura e urbanismo da UFES-ES.	2016	São Paulo/SP	XVI ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.
BASTO e LORDSLEEM JUNIOR	O ensino de BIM em curso de graduação em engenharia civil em uma universidade dos EUA: estudo de caso.	2016	Porto Alegre/RS	Revista Ambiente Construído
ABBAS, DIN e FAROOQUI.	Integration of BIM in construction management education: an overview of Pakistani Engineering universities	2016	Paquistão	Procedia Engineering, 145, p. 151-157.

Fonte: A autora.

Segundo Krygiel (2008) citado por Marques, Bastos, Bonneaud (2015), os profissionais estão se especializando cada vez mais, e esta fragmentação da informação e do saber, concorre para um distanciamento da visão de complexidade, que é necessária para o projeto. O adequado gerenciamento destas informações é

determinante para minimizar o tempo e o custo nas etapas de execução. A migração dos métodos tradicionais de CAO (Concepção Assistida pelo Computador) como o CAD, para o método mais dinâmico e integrador como o BIM, é gradativa e tende a favorecer a compatibilização deste conjunto crescente de informações sobrepostas. Mas, isto depende também, de investimentos em formação e capacitação profissional da equipe de trabalho.

Durante o estudo para a implantação do BIM no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ - SC), descrito por Delatorre e Cybis (2014), foram aplicadas entrevistas semiestruturadas com os professores do curso, visando conhecer as diferentes visões a respeito da implementação do BIM, além de buscar contribuições para a proposta, que estava em fase de desenvolvimento, no ano de 2014. O enfoque da proposta era a integração do currículo e a interdisciplinaridade, com base na abordagem de Taylor e Hein (2008). O resultado das entrevistas com os professores de Chapecó (SC) mostra que a maior parte deles acredita no novo processo, porém sente necessidade de atualização, principalmente em relação aos softwares BIM (DELATORRE; CYBIS, 2014). Assim como no presente estudo, foram considerados, em Chapecó, os níveis de competência em BIM que são requeridos aos alunos em cada disciplina de projeto, conforme identificados por Barison e Santos (2011).

Segundo Checcucci (2014), a análise das matrizes curriculares dos cursos vigentes de graduação, deve ser feita de forma a identificar as disciplinas nas quais o BIM pode ser discutido e trabalhado, além de auxiliar na inserção desta modelagem nestes cursos. No mesmo artigo, a autora apresenta a abordagem adotada no curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo (noturno) da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia (UFBA), quando foi criado em 2008, para inserir esta modelagem na formação dos estudantes e a experiência de ensino-aprendizagem de BIM vivenciada durante dois semestres no curso.

Checcucci e Amorim (2013) realizaram pesquisa no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF - BA), visando analisar as interfaces entre a matriz curricular e a modelagem da informação da construção (BIM). Criaram quatro categorias para analisar cada componente da matriz e identificaram diversos aspectos a serem considerados em cursos de engenharia civil em geral, tais como: o paradigma BIM pode ser discutido desde o início do curso;

questões que relacionem projeto da edificação e BIM podem ser trabalhadas ao longo de toda a formação do aluno; identificaram lacunas e a necessidade de criação de novos componentes para discutir temas específicos da modelagem.

Checcucci e Amorim (2014) elaboraram um método para analisar currículos de cursos de graduação e verificar sua interface com o paradigma BIM. O método e a sua proposta de implementação não excluem a possibilidade de criação de componentes específicos para discutir a modelagem da informação da construção, mas parte da premissa de que a discussão do paradigma em diferentes momentos da formação do aluno torna-se mais abrangente e efetiva, e permite que sejam trabalhados diferentes aspectos do BIM, com diferentes professores e/ou especialistas, possibilitando ao estudante uma formação mais integrada e completa. Afinal, nem todos os aspectos relativos ao paradigma BIM poderão ser discutidos em um único percurso formativo da graduação, seja ele em Engenharia Civil ou Arquitetura.

Romcy, Cardoso e Miranda (2013) relatam a experiência de inserção de BIM no ensino superior realizada na Universidade Federal do Ceará (UFCE - CE), mais especificamente na disciplina de Desenho Arquitetônico II, do curso de Arquitetura e Urbanismo, na qual ocorrem discussões sobre as ferramentas computacionais de auxílio ao projeto. A inclusão do tema partiu da necessidade de preparar a metodologia para uma nova disciplina trazida com a mudança de Programa Político Pedagógico do curso. Foi realizada uma experiência de estudo de caso aplicado, seguido de análise e crítica, incluindo a aplicação de questionários aos alunos que cursaram a disciplina para medir se os resultados foram alcançados e quais os desafios que ainda precisam ser superados.

Aguilar-Molina e Azevedo Júnior (2014) propõem uma abordagem holística na formação dos futuros engenheiros como uma condição fundamental para alcançar a qualidade e a produtividade necessárias, visando atingir a competitividade exigida pelo mercado altamente concorrido e globalizado. O trabalho apresenta algumas considerações em relação ao currículo do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF- MG) e algumas ideias para a atualização do seu currículo, como a inserção de novas tecnologias como BIM e métodos de ensino-aprendizagem ativa, que valorizam qualidades como o trabalho em equipe, habilidades de comunicação efetiva, visão ampla, consciência da necessidade de

aprendizagem contínua e a resolução de problemas. Ou seja, romper com as formas tradicionais de ensino comumente aplicadas no curso até então.

Luo e Wu (2015) afirmam que a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) fornece uma estrutura ideal para avaliar fatores críticos que influenciam o desenvolvimento de projetos sustentáveis utilizando a tecnologia BIM. Os resultados obtidos em sua pesquisa, em relação à eficácia da aprendizagem dos alunos, confirmam que o trabalho em equipe, o pensamento crítico, a resolução de problemas e a sustentabilidade foram alcançados com sucesso, dentro de um ambiente de projeto multidisciplinar, após a implementação desta nova metodologia de ensino que associa o BIM e a ABP nos currículos dos cursos de AEC.

Rabbi, Calmon e Conde (2016) abordam a discussão teórica aplicada ao curso de engenharia civil da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), com o objetivo de realizar um mapeamento inicial do curso de engenharia civil, por meio de questionários aplicados a alunos, visando incluir novas metodologias (BIM e ABP) na formação do engenheiro civil, com a integração de disciplinas que envolvem projetos. Para tal, foram desenvolvidos e aplicados questionários aos alunos e tabulados e analisados os resultados iniciais. Os resultados iniciais indicam a receptividade dos alunos em relação à inserção de novas tecnologias e métodos de ensino em engenharia civil, de modo a contribuir na formação de profissionais preparados para atender às demandas do mercado de trabalho.

Ferreira e Ferreira (2016) propõem implementar BIM e ABP no currículo dos cursos de graduação em engenharia civil, no qual modificações profundas na estrutura curricular são muito difíceis de serem feitas. Realizam um estudo de caso na Escola Politécnica da USP (SP), propondo a criação de duas disciplinas específicas: uma no início do curso e outra ao final do curso. Apresentam as habilidades e conteúdos recomendados ao curso que inclua BIM, um mapeamento do perfil do aluno antes de cursar as disciplinas propostas, para então expandir e detalhar quais as habilidades e conteúdos espera-se que o estudante adquira ao final de cada disciplina. Ressaltam a importância do papel ativo do aluno, sendo responsável pelo seu aprendizado, e que apresente, ao final do curso, um perfil versátil e interdisciplinar. Detalham também os níveis de conhecimento BIM que se espera que o aluno atinja, assim como o planejamento que o levará a absorver o conteúdo proposto.

No Quadro 4, são apresentadas pesquisas que abordam o emprego das metodologias BIM e ABP no ensino de graduação nos cursos da área da construção civil.

Quadro 4 – Pesquisas que abordam **BIM e ABP** no ensino.

AUTOR	TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO E LOCAL	PUBLICAÇÃO
AGUILAR-MOLINA e AZEVEDO JÚNIOR	Formação em Engenharia Civil: desafios para o currículo na UFJF	2014	Juiz de Fora/MG	COBENGE 2014
LUO e WU	Sustainable Design with BIM Facilitation in Project-based Learning	2015	Califórnia/EUA	Procedia Engineering, 118, p.819-826.
RABBI, CALMON e CONDE.	Aplicação de novas metodologias no curso de engenharia civil da UFES	2016	UFES Vitória/ES	SBE16 Brazil & Portugal Sustainable Urban Communities towards a Nearly Zero Impact Built Environment
FERREIRA e FERREIRA.	Introdução do conceito de modelagem da informação da construção apoiado na abordagem Project Based Learning.	2016	São Paulo/SP	XVI ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Fonte: A autora.

Observa-se, então, que já existe um grande número de pesquisas que abordam a possibilidade e a necessidade da inserção apenas do BIM nos cursos superiores das áreas da AEC. Um número menor de trabalhos aborda a possibilidade de inserção apenas da ABP nos cursos. Destaca-se uma lacuna de pesquisas a serem realizadas envolvendo a inserção de BIM e ABP simultaneamente nos cursos superiores das áreas de Arquitetura e Engenharia, que é o foco deste trabalho.

CAPÍTULO 3 – ABORDAGEM METODOLÓGICA

*“Lembre-se da sabedoria da água: ela nunca discute com um obstáculo,
simplesmente o contorna.”*

Augusto Cury

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

O paradigma BIM, pela sua abrangência e complexidade, demanda profissionais com competências variadas, aptos a trabalhar de forma multidisciplinar e colaborativa. A adoção do BIM no ensino irá variar de acordo com as condições existentes em cada instituição de ensino e das características do Projeto Pedagógico do Curso no qual se deseja implementá-lo. Nesta pesquisa, considera-se que o mais importante é discutir e mapear as competências necessárias para se trabalhar com BIM, visando contribuir para a formação mais completa e atualizada do futuro engenheiro.

Parte-se do princípio de que é possível montar um plano de adoção de BIM num curso de graduação a partir dos componentes curriculares que são regularmente ofertados pelo curso. A matriz curricular vigente do curso de Engenharia Civil da UFES segue a estrutura das diretrizes curriculares propostas pelo Ministério da Educação (MEC, 2002) para a área de engenharia, as quais prescrevem que os cursos de engenharia devem ser compostos de três núcleos: conteúdos básicos, conteúdos profissionalizantes e conteúdos específicos.

Dessa maneira, identifica-se o método exploratório como adequado para o desenvolvimento desta pesquisa, com a elaboração de estudo de caso no curso de Engenharia Civil da UFES, em Vitória/ES. Neste capítulo apresentam-se a abordagem metodológica da pesquisa, os instrumentos para coleta dos dados e a abordagem sobre o curso em estudo.

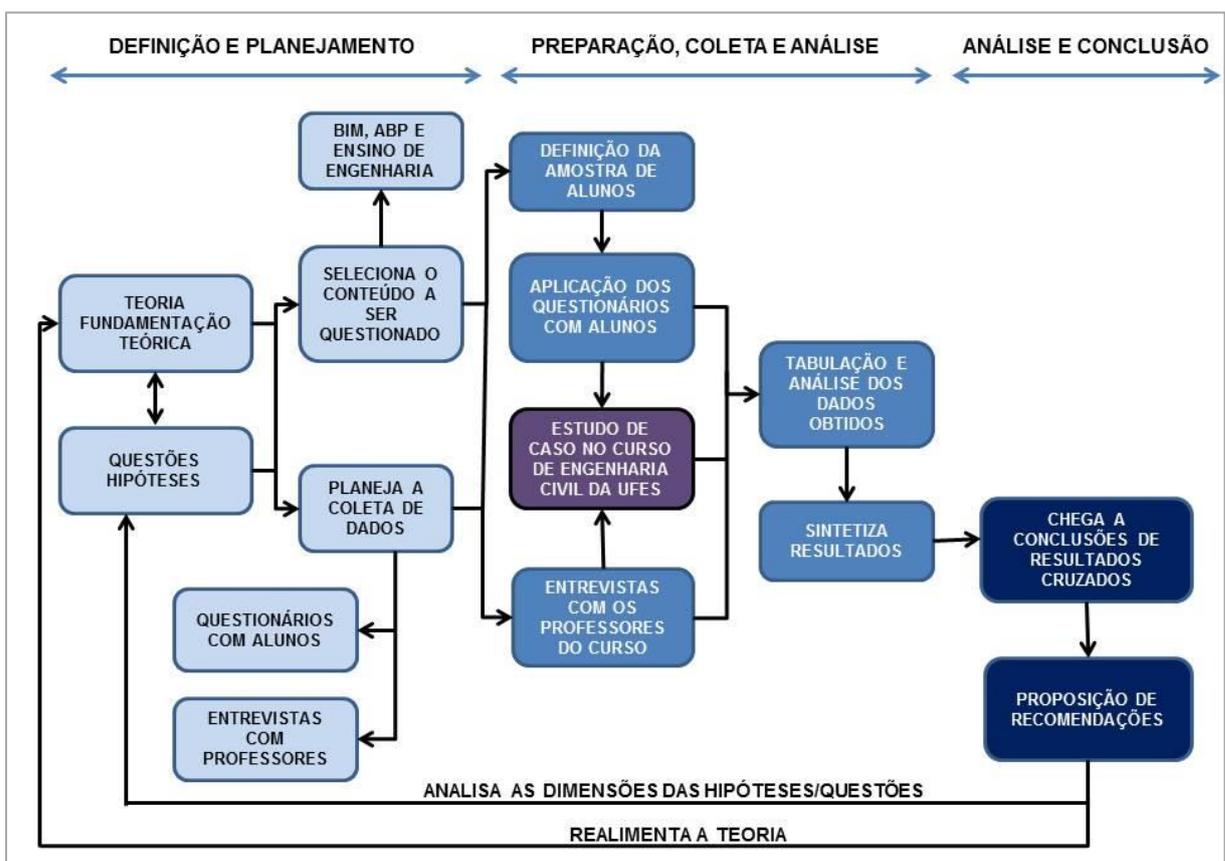
As questões que se colocam nesta pesquisa são:

- Qual a percepção dos alunos do curso de engenharia civil da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em relação à possibilidade de incluir novas metodologias como BIM e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na formação acadêmica do engenheiro civil?
- Qual a percepção dos professores do curso de engenharia civil da UFES, em relação à possibilidade de incluir novas metodologias como BIM e ABP na formação acadêmica do engenheiro civil?

- A matriz curricular vigente do curso de engenharia civil da UFES comporta a inclusão de novas metodologias de ensino, como BIM e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)?
- Quais ações são necessárias para implantar BIM e ABP no curso de engenharia civil da UFES, mantendo a matriz curricular vigente?

A abordagem metodológica utilizada nesta pesquisa é apresentada na Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma com abordagem metodológica da pesquisa.



Fonte: Adaptado de Yin (2010).

O método adotado é composto pela elaboração e aplicação de questionários aos alunos; aplicação de roteiro de entrevistas semiestruturadas com os professores do curso de engenharia civil; análise e tabulação dos dados obtidos; seguidos da proposição de recomendações para implementação do BIM e da ABP como metodologias de ensino no curso de engenharia civil da UFES. No item 3.2 se apresentam a forma de elaboração do questionário, o que se buscou saber com

cada pergunta, as estratégias de aplicação com os alunos e o cálculo da amostra. No item 3.3. se apresentam o roteiro das entrevistas feitas com os professores do curso de engenharia civil, a caracterização da amostra, quantos professores participaram e não participaram e as justificativas para tal, o que se buscou saber com cada pergunta de múltipla escolha e com as perguntas abertas.

3.1. O CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UFES

O Curso de Graduação em Engenharia Civil da UFES é estruturado em 10 semestres, e suas disciplinas são distribuídas em 3 núcleos de conteúdos e 1 núcleo de atividades, conforme o Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil (PPC, 2007), em vigor desde o ano de 2008:

- 1) As Diretrizes Curriculares (Resolução CNE/CES 11/02) estabelecem que cerca de 30% da carga horária total devem ser do Núcleo de Conteúdos Básicos, que totaliza 1200 horas. Fornece a base necessária para que o estudante possa desenvolver seu aprendizado e é composto por disciplinas das áreas de Matemática, Comunicação, Expressão Gráfica, Física, Mecânica dos Sólidos, dentre outras.
- 2) O Núcleo de Conteúdos Profissionais Essenciais possui cerca de 60% da carga horária total do curso e totaliza 2.085 horas. Fornece a identidade do profissional, trabalhando as atribuições, deveres e responsabilidades do engenheiro civil, em disciplinas das áreas de conhecimento da construção civil, geotecnia, hidráulica, hidrologia, sistemas estruturais, transporte e logística, dentre outras.
- 3) O Núcleo de Conteúdos Profissionais Específicos é responsável pelo aprofundamento dos conteúdos e, atendendo, quando couber, às peculiaridades locais e regionais. Neste núcleo estão dispostas as disciplinas optativas. O aluno deve cursar um mínimo de 4 disciplinas optativas à sua escolha, totalizando 240 horas, as quais também contribuirão para habilitá-lo nos seus respectivos campos de atuação.

Ao engenheiro civil formado na UFES, em consonância com a Resolução nº 1.010, de 22 de agosto de 2005 do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA) e considerando os conteúdos das Unidades Curriculares apresentadas no Projeto Pedagógico, será facultado o exercício das atividades pertinentes ao campo de atuação profissional no âmbito da Engenharia Civil, conforme listado abaixo:

- Construção Civil: Tecnologia dos Materiais de Construção Civil. Resistência dos Materiais;
 - Construção Civil: Patologia e Recuperação das Construções;
 - Construção Civil: Instalações, Equipamentos, Componentes e Dispositivos Hidro Sanitários, de Gás, Prevenção, Combate a Incêndio. Instalações Elétricas em Baixa Tensão e Tubulações Telefônicas e Lógicas para fins residenciais e comerciais de pequeno porte;
 - Sistemas Estruturais: Estabilidade. Estruturas de Concreto, Metálicas, de Madeira e Outros Materiais. Pontes e Grandes Estruturas. Barragens. Estruturas Especiais. Pré-moldados.
- 4) O Núcleo de Atividades busca aproximar o aluno da prática profissional e é composto pelo Projeto de Graduação (PG I e PG II), o Estágio Obrigatório Supervisionado e as atividades complementares.

As atividades complementares são previstas no Projeto Pedagógico do curso de Engenharia Civil e incentivadas por meio da atribuição de créditos à carga horária cumprida pelo estudante nas suas realizações. Atividades complementares são curriculares. Por este motivo, devem constar no histórico escolar do estudante, mas devem ser realizadas fora dos programas das disciplinas previstas na matriz curricular do curso. Atividades complementares são obrigatórias para todo aluno do Curso de Engenharia Civil. Poderão ser consideradas atividades complementares do curso de Engenharia Civil:

Monitoria em disciplinas do curso de Engenharia Civil da UFES; trabalho de apoio técnico; trabalho de extensão; trabalho de iniciação científica; estágio não obrigatório; projeto multidisciplinar; participação em grupo PET (Programa de Educação Tutorial); realização de disciplinas eletivas.

Dessa forma, o curso de Engenharia Civil deverá ser integralizado com um total de 3.645 (três mil, seiscentas e quarenta e cinco) horas de carga horária distribuídas segundo o Quadro 5.

Quadro 5 – Currículo Pleno do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UFES

Núcleo de Conteúdo		Carga Horária	% Carga Horária
Conteúdos Básicos		1.200	32,9%
Conteúdos Profissionais Essenciais		2.085	57,2%
Conteúdos Profissionais Específicos (Optativas)		240	6,6%
Núcleo de Atividades	PG I e PG II	120	3,3%
	Estágio Supervisionado *	300	-
	Atividades Complementares *	225	-
TOTAL		3.645 horas	100%

Nota:

(*) *Estágio Supervisionado e Atividades Complementares não contabilizam para o total da Carga Horária.*

Fonte: A partir do PPC UFES, Engenharia Civil, 2007.

O curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando/egresso/profissional o engenheiro com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade. A formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais:

- Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- Identificar, formular e resolver problemas de engenharia;

- Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- Atuar em equipes multidisciplinares;
- Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
- Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
- Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

O curso de Engenharia Civil da UFES tem por objetivo formar profissionais capazes de conceber, desenvolver, implementar, operar, especificar, pesquisar, adaptar, produzir, coordenar, gerenciar, manter e executar projetos em todos os campos de atuação da modalidade CIVIL, e em campos específicos no âmbito da Engenharia de Produção, de acordo com a resolução 1010/05 do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA).

O engenheiro civil atua na indústria de um modo geral, notadamente na construção civil, em órgãos públicos, em instituições de ensino e pesquisa, como consultor ou projetista autônomo e ainda, como empreendedor. Nesta prática, são considerados aspectos de qualidade, confiabilidade, custo e segurança, bem como os de natureza ecológica.

Portanto, o curso visa fornecer aos alunos conhecimentos teóricos e práticos para o futuro profissional atuar em todos os campos da Engenharia Civil; além de servir como um elemento formador de um polo de tecnologia, não só como formador de recursos humanos, mas também como elemento gerador de conhecimento.

A matriz curricular do curso é representada numa planilha com os 10 períodos letivos. As colunas indicam os períodos do curso e as “caixas” indicam os componentes e suas características, com cores, indicando o núcleo ao qual pertencem. Foram utilizadas 4 cores, uma para cada núcleo (Figura 5).

Figura 5 – Representação da Matriz do curso e legenda

1º P	2º P	3º P	4º P	5º P	6º P	7º P	8º P	9º P	10º P
Álgebra Linear	Cálculo II	Análise Estrutural I	Algoritmos Numéricos I	Análise Estrutural II	Análise Estrutural III	Estradas de Ferro	Aspectos Legais e Éticos da Engenharia	Estruturas de Fundações	Estágio Supervisionado
Cálculo I	Ciência dos Materiais	Cálculo III_B	Física Experimental	Economia da Engenharia I	Economia da Engenharia II	Estruturas de Aço I	Estruturas De Aço II	Fund. da Engenharia Ambiental	Optativa IV
Introdução a Eng. Civil	Expressão Gráfica	Elementos de Arquitetura	Instalações Elétricas Prediais	Geotécnica	Estradas de Rodagem	Estruturas de Concreto I	Estruturas de Concreto II	Optativa I	Projeto de Graduação em Eng. Civil II
Programação Básica de Comput.	Geomática Aplicada a Eng. Civil	Eleticidade Aplicada	Materiais de Construção Civil I	Hidráulica	Mecânica dos Solos I	Estruturas de Madeira	Gerenciamento de Empreend. de Construção Civil I	Optativa II	
Química Aplicada a Eng. Civil	Introdução A Mecânica Clássica	Mecânica Dos Sólidos II	Mecânica dos Fluidos	Hidrologia	Saneamento Básico	Laboratório de Mecânica dos Solos	Higiene e Segurança do Trabalho	Optativa III	
	Mecânica Dos Sólidos I	Probabilidade e Estatística	Mecânica dos Sólidos III	Laboratório de Materiais de Constr. Civil	Tecnologia da Construção Civil I	Mecânica dos Solos II	Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais	Projeto de Graduação em Eng. Civil I	
		Termodinâmica E Transm. De Calor	Técnicas e Economia dos Transportes	Mecânica dos Sólidos IV		Tecnologia da Construção Civil II	Organização Industrial		

Legenda:

- Conteúdos Básicos
- Conteúdos Profissionais Essenciais
- Conteúdos Profissionais Específicos (Optativas)
- Núcleo de Atividades

Fonte: A partir do PPC UFES, Engenharia Civil, 2007.

3.2. ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS COM ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UFES

Para cumprir os objetivos da pesquisa de maneira adequada, decidiu-se adotar como instrumento da pesquisa questionários aplicados através de formulários (modelo apresentado no **Apêndice A**). Para gerar as perguntas do questionário, elaborou-se a Tabela 1 com os conceitos estudados, relacionando-se com as perguntas a serem feitas aos discentes. Durante a aplicação dos questionários houve a oportunidade de vivenciar os espaços pedagógicos, e após sua aplicação, conversar informalmente com alunos sobre a pesquisa. Não foram pedidos dados pessoais dos respondentes, como nome ou idade, visando garantir a privacidade e a liberdade de respostas.

Tabela 1 – Conceitos em estudo e perguntas do questionário aplicado aos alunos.

O que se buscou saber	Perguntas do questionário
<p>1º bloco:</p> <p>Sobre o conhecimento da tecnologia BIM</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usa algum software BIM? Onde? 2. Quais softwares BIM você utiliza para desenvolver os trabalhos de disciplina? 3. Onde você aprendeu a utilizar o software? 4. Assinale as vantagens que você percebe no seu cotidiano com o uso do software. 5. Os professores incentivam o uso de softwares BIM para a execução de trabalhos? Descreva um exemplo de como isso acontece. 6. Você acredita que cabe a Universidade promover o ensino de softwares BIM para alunos?
<p>2º bloco:</p> <p>Sobre o curso de engenharia civil – Aprendizagem Baseada em Problemas</p>	<ol style="list-style-type: none"> 7. Existe alguma integração entre a(s) disciplina(s) que você está cursando? Quais disciplinas? Que tipo de integração? 8. Você acha viável a integração entre as disciplinas onde um grupo de alunos faça um mesmo projeto (solução de um problema) abrangendo diferentes disciplinas? 9. Quais aspectos você acredita que podem ser negativos no desenvolvimento de projetos que envolvem diferentes disciplinas?

Fonte: A autora.

A seguir são descritos aspectos referentes ao planejamento e à aplicação dos questionários com os alunos do curso:

- Para assegurar o tamanho mínimo da amostra e uma distribuição homogênea dos alunos entrevistados ao longo de todo o curso em estudo, dividiu-se o curso em 3 faixas de períodos letivos.

- A Faixa do 1º ao 4º período é onde se concentram as disciplinas básicas do curso; os alunos possuem pouco conhecimento sobre o curso em si e também sobre a prática da engenharia. Em sua maioria, os discentes ainda não fazem estágio e não trabalham na área, com exceção daqueles que já fizeram curso técnico.
- Na Faixa do 5º ao 7º período há o predomínio das disciplinas profissionalizantes do curso, onde são estudadas as matérias específicas da engenharia civil e sua aplicação. São períodos letivos com carga horária muito extensa, por isso, muitos alunos ainda não conseguem se dedicar aos estágios. Entretanto, o número de alunos que já possuem experiência de estágio é maior que na faixa anterior.
- Na Faixa do 8º ao 10º período os alunos já possuem bastante conhecimento sobre a engenharia civil e passam a ter mais horários disponíveis para estagiar, pois o número de disciplinas ofertadas é reduzido. Cursam também as disciplinas optativas, de acordo com a ênfase desejada e desenvolvem o Projeto de Graduação, requisito obrigatório para a colação de grau e conclusão do curso.

- Com o objetivo de identificar os possíveis interesses e familiaridade dos estudantes com a tecnologia BIM e com a ABP, foi elaborado e aplicado um questionário específico, sem a interlocução dos pesquisadores, em uma amostra calculada utilizando a fórmula abaixo:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p) + e^2 \cdot (N - 1)} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

n - amostra calculada

N - população

Z - variável normal padronizada associada ao nível de confiança

p - verdadeira probabilidade do evento

e - erro amostral

- Foi considerada a população (N) de 471 alunos matriculados no semestre 2016/2 (UFES, 2016), nível de confiança de 95% e erro amostral de 5%, chegando ao tamanho mínimo de amostra de 212 alunos. Este total foi distribuído proporcionalmente em três faixas, segundo os períodos letivos a que pertencem os alunos (Quadro 6). Foi respondido um total de 333 questionários válidos.

Quadro 6 – Distribuição da amostra de alunos a serem entrevistados por faixas de períodos letivos.

PERÍODO	NÚMERO ESTIMADO DE ALUNOS (POPULAÇÃO) *	%	NÚMERO DE QUESTIONÁRIOS VÁLIDOS (APLICADOS E RESPONDIDOS)
1º ao 4º	202 alunos	43%	141 alunos
5º ao 7º	165 alunos	35%	116 alunos
8º ao 10º	104 alunos	22%	76 alunos
TOTAL	471 alunos	100%	333 alunos

*Nota: O número de alunos por período é estimado devido à prática de se cursar disciplinas de diferentes períodos simultaneamente. Desta forma, os alunos foram classificados no período em que cursavam a maior parte das disciplinas nas quais estavam matriculados.

Fonte: A autora.

- Foram abordadas turmas de diferentes disciplinas que foram ofertadas no semestre 2016/2, pertencentes as 3 faixas de períodos delimitadas na pesquisa, em diferentes dias e horários. A pesquisadora se apresentava ao professor da disciplina e fazia uma breve apresentação da pesquisa, antes de entregar os formulários aos alunos. A duração média foi de 10 a 20 minutos para que os alunos respondessem às questões, de forma individual e sem interlocução com a pesquisadora. Sempre que surgia alguma dúvida em relação aos assuntos ou às perguntas, eram sanadas de forma sucinta pela pesquisadora, visando não influenciar nos resultados finais. No total foram respondidos 333 questionários com alunos do 1º ao 10º período, num

total de 471 alunos matriculados no semestre 2016/2 do curso de engenharia civil da UFES.

3.3. ENTREVISTAS COM PROFESSORES DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UFES

Foram realizadas entrevistas com todos os professores do curso de engenharia civil que se disponibilizaram a participar, totalizando 21 professores, num total de 46. Os 22 professores do ciclo básico optaram por não participar da pesquisa, além de terem demonstrado pouco interesse pelo assunto. Dos 24 professores do ciclo profissionalizante, 2 optaram por não participar por questões pessoais e 1 professor também do ciclo profissionalizante optou por não participar por ser o orientador deste trabalho.

As entrevistas são estruturadas, fazendo uso de um roteiro previamente estabelecido (GIL, 2010). Alternam-se perguntas de múltipla escolha e dicotômicas com outras abertas, uma vez que o objetivo é identificar a percepção dos professores em relação aos temas pesquisados: as novas exigências do mercado de trabalho para os profissionais da área de AEC e como a integração do BIM e da ABP nas metodologias de ensino podem contribuir no desenvolvimento das habilidades necessárias ao profissional de engenharia civil (modelo apresentado no **Apêndice B**). Para gerar o roteiro das entrevistas, foram elaboradas: Tabela 2, Tabela 3 e **Erro! Fonte de referência não encontrada.** a seguir, a partir dos conceitos estudados, relacionando-se com as perguntas feitas aos professores.

Para identificação da percepção dos professores em relação à aplicação da ABP e do BIM no curso em estudo, foram elencadas duas sequências de afirmações (uma sobre cada assunto, separadamente, em cada bloco) e o professor deveria assinalar com um “x” a opção que julgasse adequada, caso fossem implantados no curso em estudo. As opções relacionadas eram: “dispensável” (não aplicaria no curso); “importante” (aplicaria no curso) ou “essencial” (aplicaria no curso e seria essencial para o bom funcionamento do mesmo).

Tabela 2 - Bloco 1 das entrevistas: Dados pessoais dos professores.

Bloco 1: Dados pessoais dos professores	
Pergunta da entrevista	O que se buscou saber
Dados pessoais dos professores: - nome, idade, formação (graduação, mestrado, doutorado e pós-doutorado se houver).	Traçar um perfil dos professores do curso em relação à faixa de idade e titulação máxima obtida.
Ano de ingresso na UFES como professor.	Ano de ingresso na UFES como professor.
Experiências profissionais anteriores ao ingresso como professor na UFES.	Conhecer se houve experiência profissional do entrevistado ou se o mesmo se dedicou inteiramente à carreira acadêmica.
Disciplinas já ministradas na graduação.	Saber o histórico de trabalho como professor dentro e fora da UFES.
Disciplinas ministradas atualmente na graduação em engenharia civil da UFES.	Conhecer a ocupação atual do professor no curso em estudo.

Fonte: A autora.

Tabela 3 - Bloco 2 das entrevistas: Sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) (continua...)

Bloco 2: Sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas	
Pergunta da entrevista	O que se buscou saber
O que entende como Aprendizagem Baseada em Problemas e Projetos (ABP)?	Se havia conhecimento, em qualquer nível, sobre o tema.
Classificação em relação aplicação de ABP na Engenharia Civil. - Sequência de perguntas com múltiplas escolhas, onde poderiam ser assinaladas mais de uma opção.	- A percepção dos professores em relação à aplicação da ABP no curso. - As opções relacionadas eram: “dispensável” (não aplicaria no curso); “importante” (aplicaria no curso) ou “essencial” (aplicaria no curso e seria essencial para o bom funcionamento do mesmo).
A quem você atribui a responsabilidade da seleção dos Temas dos problemas a serem passados aos alunos? - Questão de múltipla escolha onde poderiam ser assinaladas mais de uma opção.	- Se o professor é receptivo ao trabalho em grupo os outros professores. - A quem seria atribuída a responsabilidade de selecionar os temas dos problemas: ao Professor e/ou ao Grupo de professores das disciplinas envolvidas e/ou à Coordenação do curso esta responsabilidade.
Você se sentiria confortável neste processo de ensino-aprendizagem, no qual os professores não possuiriam total controle sobre o conteúdo desenvolvido? - Sim ou não. - Espaço em branco para justificar a resposta.	Conhecer a receptividade e disponibilidade do professor em aceitar a adoção desta nova metodologia de ensino, que é bem diferente da atual.

Fonte: A autora.

Tabela 3 - Bloco 2 das entrevistas: Sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) (conclusão)

Bloco 2: Sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas	
Pergunta da entrevista	O que se buscou saber
<p>Marque as formas de avaliação e produto final que considera adequado para o emprego da ABP.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Questão de múltipla escolha onde poderiam ser assinaladas mais de uma opção. - Havia um campo “outros” para sugestões. 	<p>Como o professor gostaria que seus alunos fossem avaliados.</p>
<p>Marque as possíveis limitações de se implantar a ABP no curso de engenharia civil da UFES.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Questão de múltipla escolha onde poderiam ser assinaladas mais de uma opção. 	<p>Entender as dificuldades sob a ótica do professor, que vivencia o curso, lida com os alunos e com a realidade da universidade em estudo.</p>

Fonte: A autora.

Tabela 4 - Bloco 3 das entrevistas: Sobre o *Building Information Modeling* (BIM) (continua....)

Bloco 3: Sobre o <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	
Pergunta da entrevista	O que se buscou saber
<p>O que entende como <i>Building Information Modeling</i> (BIM)?</p>	<p>Se havia conhecimento, de qualquer nível, sobre o tema.</p>
<p>Classificação em relação à aplicação de BIM no curso de engenharia civil.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sequência de perguntas com múltiplas escolhas, onde poderiam ser assinaladas mais de uma opção. 	<ul style="list-style-type: none"> - A percepção dos professores em relação à aplicação do BIM no curso. - As opções relacionadas eram: “dispensável” (não aplicaria no curso); “importante” (aplicaria no curso) ou “essencial” (aplicaria no curso e seria essencial para o bom funcionamento do mesmo).
<p>Qual estágio atual do uso do BIM no curso de engenharia civil/UFES?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Questão de múltipla escolha onde poderiam ser assinaladas mais de uma opção. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecimento por parte do professor a respeito do curso como um todo, abordando as outras disciplinas ofertadas, não apenas as disciplinas ministradas por ele. - Pode sinalizar maior ou menor nível de envolvimento entre os professores do curso.
<p>Marque as possíveis limitações de se implantar a BIM no curso de engenharia civil da UFES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Questão de múltipla escolha onde poderiam ser assinaladas mais de uma opção. 	<p>Entender as dificuldades sob a ótica do professor, que vivencia o curso, lida com os alunos e com a realidade da universidade em estudo.</p>
<p>Dadas as condições atuais e as limitações existentes no curso de engenharia civil/UFES para a implementação do BIM, quanto tempo você estima que seja necessário para a inserção do BIM?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Questão de múltipla escolha onde deveria ser assinalada apenas uma opção. 	<p>Visão do professor em relação ao nível de dificuldade de implantação do BIM no curso.</p>

Fonte: A autora.

Tabela 4 - Bloco 3 das entrevistas: Sobre o *Building Information Modeling* (BIM) (conclusão)

Bloco 3: Sobre o <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	
Pergunta da entrevista	O que se buscou saber
Quais os ganhos que você considera que serão obtidos com a implantação da ABP e BIM no curso? - Questão de múltipla escolha onde poderiam ser assinaladas mais de uma opção.	Visão do professor em relação às vantagens que podem ser obtidas, que justifiquem ou não as mudanças nos métodos de ensino.
Você acha viável adotar simultaneamente o método de ABP e BIM no ensino de graduação em engenharia civil da UFES? - Sim ou não. - Espaço em branco para justificar a resposta.	Verbalizações finais do professor, concluindo a entrevista.

Fonte: A autora.

A seguir são descritos aspectos referentes ao planejamento e à aplicação das entrevistas com os professores do curso:

- A pesquisadora fez as entrevistas com os dias e horários pré-agendados, de acordo com a disponibilidade de cada professor. As entrevistas ocorreram durante o semestre letivo de 2016/2. A duração média de cada entrevista variou de 20 minutos a 60 minutos e todas foram gravadas em áudio, visando à completa transcrição das mesmas. Os professores também tinham a opção de preencher os formulários que foram entregues no começo das entrevistas, seguidos de uma breve explicação do que se tratava a pesquisa. O professor orientador já havia enviado comunicado a todos os professores avisando que a pesquisadora iria procurá-los para agendar as entrevistas.

- As verbalizações dos entrevistados foram de grande importância para a pesquisa e trouxeram grandes contribuições no momento da proposição das recomendações para inserção da ABP e BIM no ensino superior de engenharia civil da UFES, que são abordadas no item 4.3 deste trabalho. O conteúdo das entrevistas com questões abertas foram transcritas.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

“A tarefa não é exatamente ver o que ninguém viu ainda, mas pensar o que ninguém ainda pensou, sobre o que todo mundo vê.”

Erwin Schrödinger

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são abordados primeiramente os resultados dos questionários aplicados com os alunos do curso de engenharia civil, visando conhecer sua percepção a respeito do curso; o conhecimento que possuem sobre BIM e sobre ABP, além da possibilidade de implantação destas metodologias no curso em estudo. Desta forma, responde-se a pergunta que se coloca na pesquisa: “Qual a percepção dos alunos do curso de engenharia civil da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em relação à possibilidade de incluir novas metodologias como BIM e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na formação acadêmica do engenheiro civil?”.

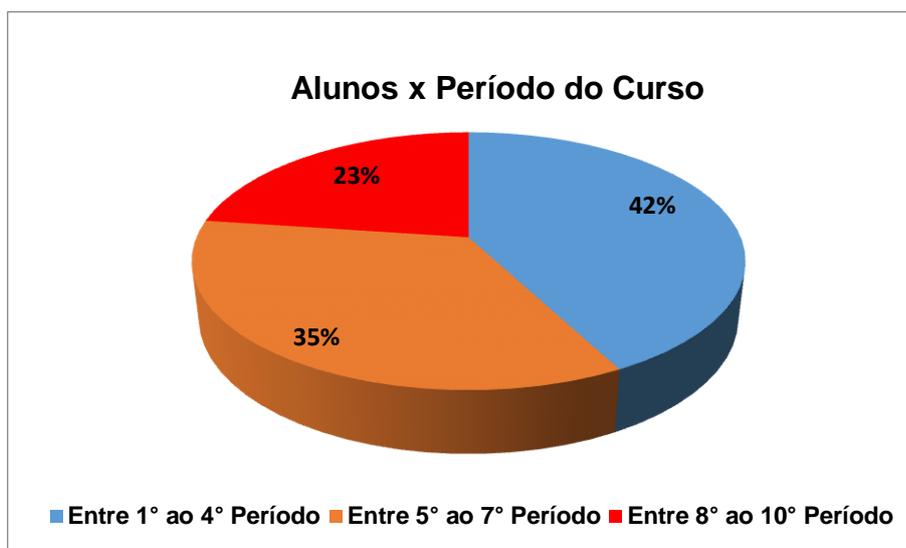
Em seguida, são analisados os resultados das entrevistas realizadas com os professores, visando traçar um perfil dos mesmos; obter o nível de conhecimento dos mesmos sobre o BIM e ABP; sua percepção e aceitação em relação ao BIM e ABP no curso em estudo, além de destacar as possíveis limitações e resistências encontradas. Assim, responde-se a pergunta: “Qual a percepção dos professores do curso de engenharia civil da UFES, em relação à possibilidade de incluir novas metodologias como BIM e ABP na formação acadêmica do engenheiro civil?”.

Ao final, após analisar e correlacionar a fundamentação teórica com a percepção de alunos e professores, quanto à possibilidade de incluir BIM e ABP no curso de engenharia civil da UFES, propõe-se uma base de recomendações para implementação de novas metodologias de ensino-aprendizagem no curso de engenharia civil. São respondidas, desta forma, às duas últimas questões que se colocam nesta pesquisa: “A matriz curricular vigente do curso de engenharia civil da UFES comporta a inclusão de novas metodologias de ensino, como BIM e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)?” e “Quais ações são necessárias para implantar BIM e ABP no curso de engenharia civil da UFES, mantendo a matriz curricular vigente?”.

4.1. RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS COM OS ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Dos 333 alunos que responderam ao questionário, 141 alunos (42%) estão cursando disciplinas entre o 1º e 4º períodos; 116 alunos (35%) estão entre o 5º e 7º períodos e 76 alunos (23%) estão entre o 8º e 10º períodos, conforme descreve a Figura 6.

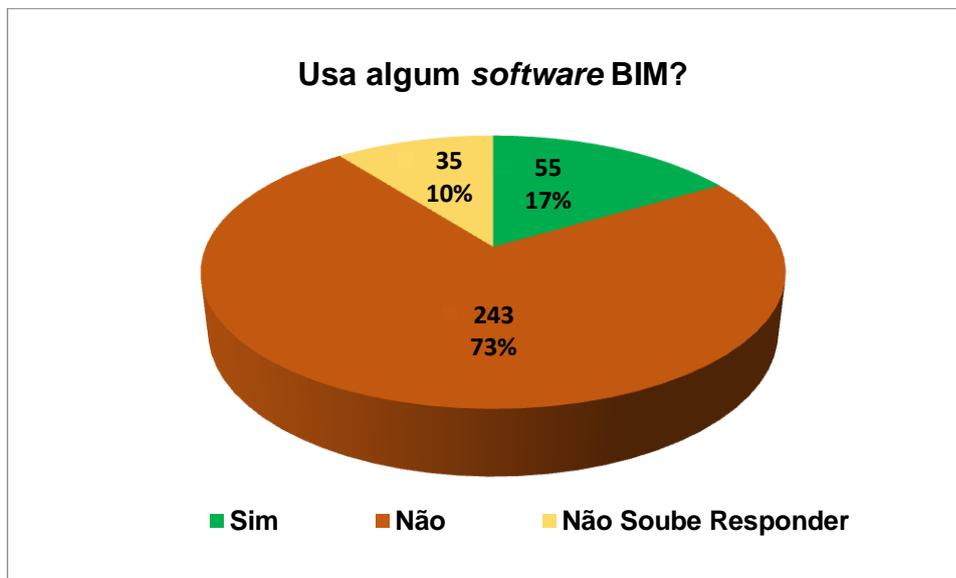
Figura 6 - Alunos entrevistados por período do curso.



Fonte: A autora.

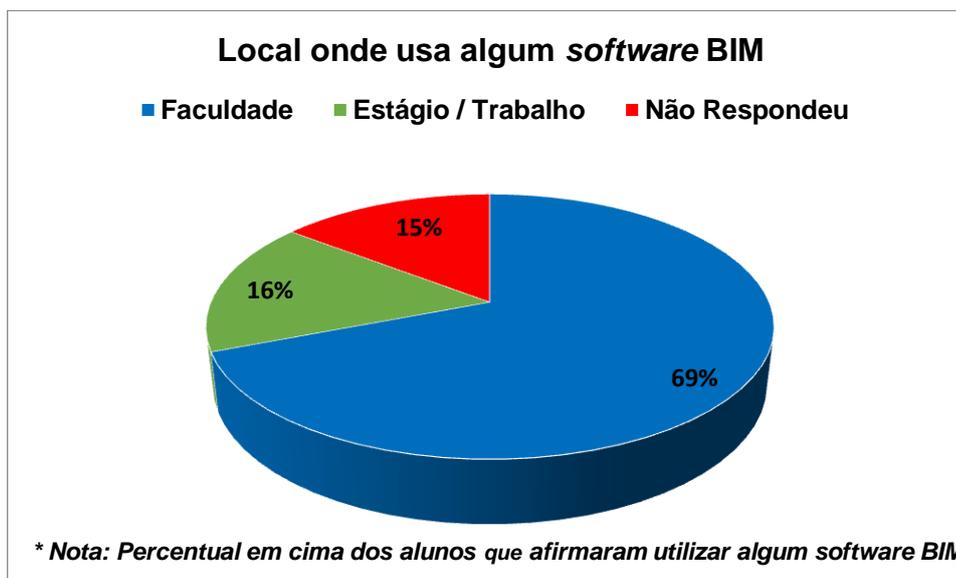
A Figura 7 apresenta o percentual de alunos entrevistados que utilizam algum software BIM. Do total de entrevistados, 73% dos alunos não utilizam nenhum software BIM e 10% dos alunos não souberam responder. A maior parte destes alunos que não conhecem ou não utilizam o BIM afirma que não o faz, pois ainda não aprendeu este conhecimento na faculdade; ainda não precisou utilizar nos trabalhos das disciplinas ou desconhece do que se trata. Foi reservada uma parte do questionário para comentários, visando captar a verbalização dos alunos em relação aos temas em estudo. Apenas 17% dos alunos que responderam ao questionário afirmam que utilizam algum *software* BIM – isto representa um total de 55 alunos. Destes 55 alunos, 69% utilizam *software* BIM para trabalhos da faculdade; 16% utilizam no estágio ou trabalho; 15% não responderam (Figura 8).

Figura 7 - Utilização de software(s) BIM pelos alunos.



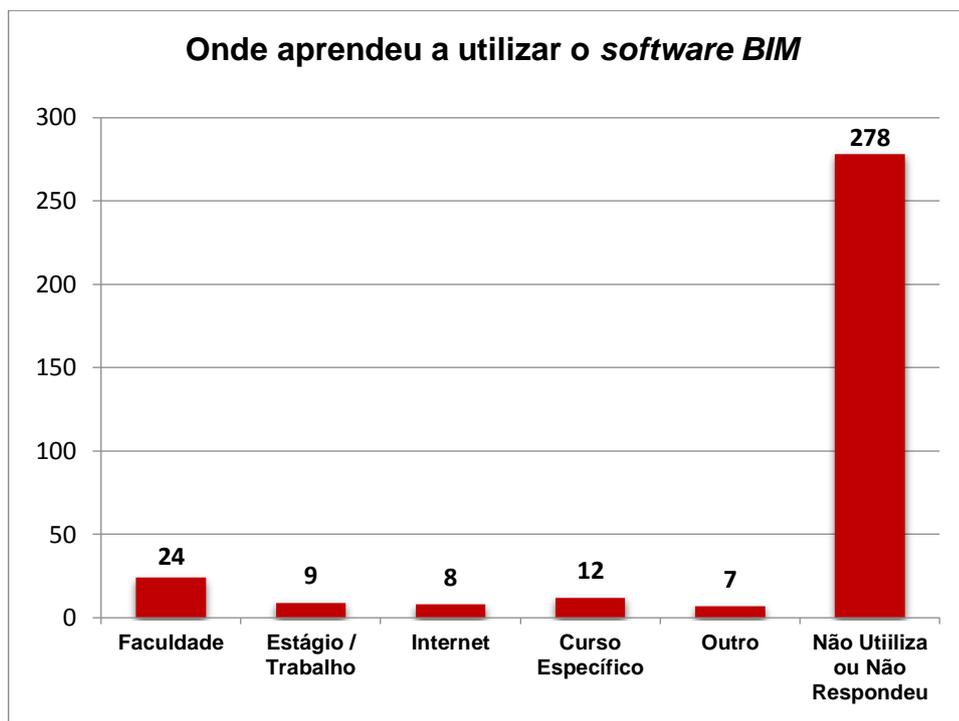
Fonte: A autora.

Figura 8 - Local onde os alunos utilizam algum software BIM.



Fonte: A autora.

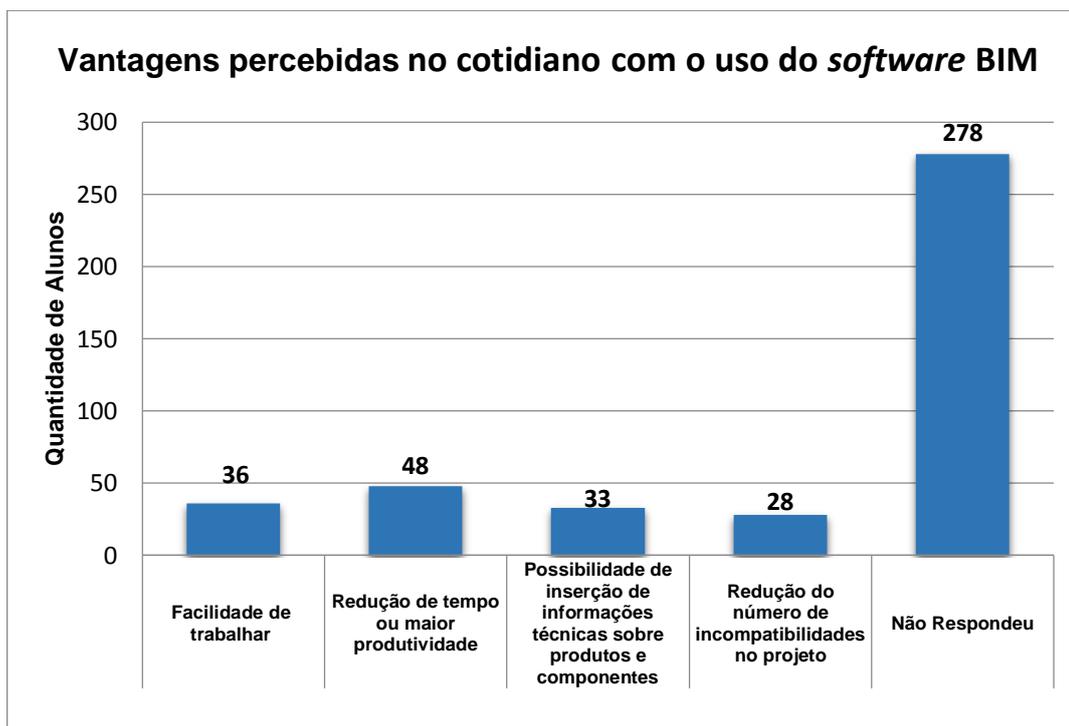
Sobre o local onde aprendeu a utilizar o software BIM, dos 55 alunos que afirmaram utilizar o BIM, 24 alunos aprenderam na faculdade; 9 alunos aprenderam no estágio ou no trabalho; 8 alunos aprenderam na internet (vídeo aulas ou sites/blogs); 12 alunos fizeram curso específico sobre o software e 7 alunos assinalaram a opção outro. O restante dos alunos, isto é, 278 alunos (83%), não utilizam ou não responderam (Figura 9).

Figura 9 - Local onde o aluno aprendeu a utilizar o *software* BIM.

Fonte: A autora.

Na Figura 10 são apresentadas as vantagens percebidas pelos alunos com o uso do *software* BIM. Os respondentes poderiam assinalar quantas opções desejassem. Do total de 55 alunos que responderam utilizar o *software* BIM, 36 alunos assinalaram a opção “facilidade de trabalhar”, ou seja, consideram que o *software* é de fácil utilização e entendimento; 48 alunos assinalaram a opção “redução de tempo ou maior produtividade”; 33 alunos assinalaram a opção “possibilidade de inserção de informações técnicas sobre os produtos e componentes” e 28 alunos assinalaram a opção “redução do número de incompatibilidades no projeto”. Os 280 alunos que não utilizam *software* BIM não responderam a esta questão.

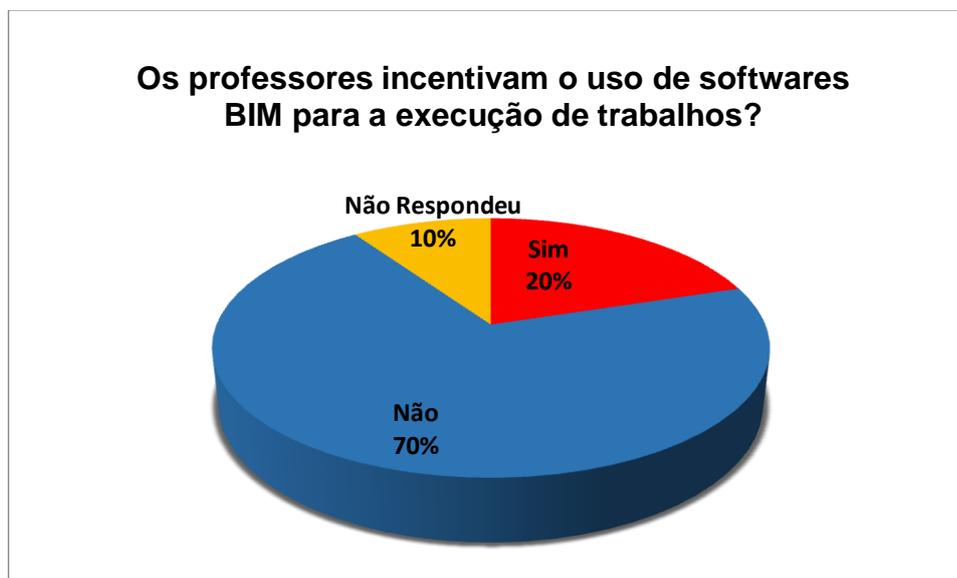
Figura 10 - Vantagens percebidas no cotidiano com o uso do software BIM



Fonte: A autora.

Ao serem questionados se os professores incentivam o uso de softwares BIM para execução de trabalhos de disciplinas, 20% dos alunos responderam que sim, enquanto 70% alunos responderam que não são incentivados a utilizar softwares BIM (Figura 11). A Tabela 5 apresenta alguns comentários feitos pelos alunos entrevistados. Os depoimentos de alguns alunos, como, por exemplo, do aluno A: “Acho que falta no curso novidades da engenharia civil, como o uso do BIM. O desenvolvimento de projetos e trabalhos que integram várias áreas e disciplinas seria de grande aprendizagem para os alunos. Chegamos ao final do curso e ainda nos sentimos inseguros. Acredito que esse projeto maior (que une várias disciplinas) ajudaria muito e formaria engenheiros mais preparados”, reforça as afirmações de vários autores, como Escrivão Filho e Ribeiro (2009).

Figura 11 - Sobre o incentivo por parte dos professores para o uso do BIM na execução dos trabalhos.



Fonte: A autora.

Tabela 5 – Comentários dos alunos no questionário.

“Quando há palestras de determinadas matérias/assuntos e o palestrante ou professor cita a utilização do software no ambiente de trabalho”.

“Incentivam apenas os que já sabem usar e incentivam também a participar de cursos para aprender a usar”.

“Sempre pedem para usarmos o AutoCAD. Gostaria de utilizar algum software BIM”.

“Uma única professora mencionou que seria bom aprender sobre a plataforma BIM, porém nesse ponto do curso começa-se a usar o AutoCAD. Então em relação a trabalhos, ainda não”.

“Devido à falta de capacitação ou ensino do BIM, não há grande incentivo à utilização”.

“Os professores até citam o software, mas nunca pediram uma aplicação efetiva”.

“Comentam que a plataforma BIM vai facilitar o desenvolvimento dos projetos”

“O ensino dessas ferramentas deveria fazer parte da grade de nosso curso, pois não aprendemos na faculdade”.

“A maioria dos professores não tem conhecimento, preferem que sejam feitos trabalhos em AutoCAD e planilhas convencionais.”

“Poucas vezes o uso de algum software é incentivado, e quando é, o software é ultrapassado. Em momento algum um software BIM foi utilizado.”

“Nenhuma disciplina obrigatória utiliza BIM. O laboratório do curso não possui instalado nos computadores.”

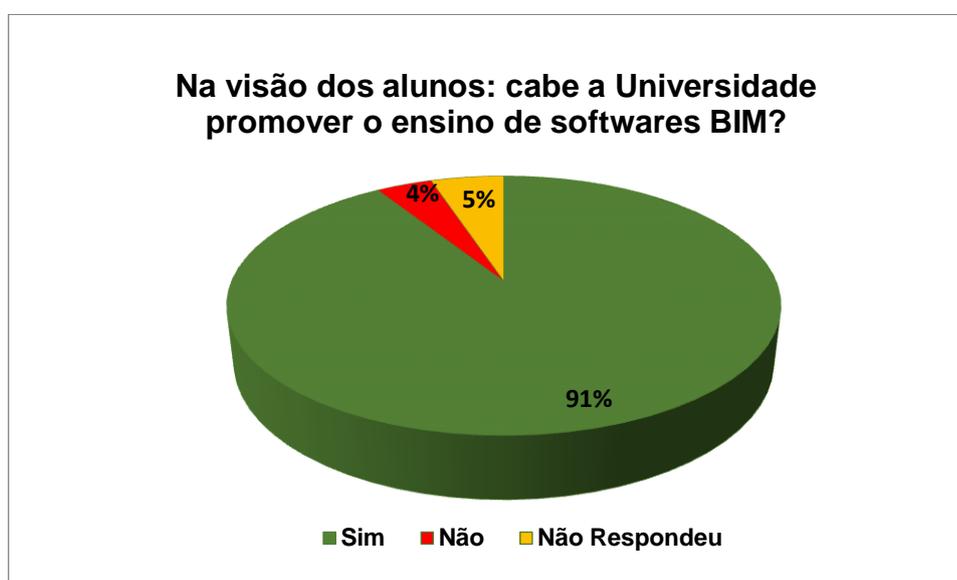
“Seria interessante que a plataforma BIM fosse ensinada em alguma disciplina ou até mesmo em disciplina optativa, pois agregaria à nossa formação”.

“Os softwares com plataforma BIM são o futuro dos projetos de construção, logo, deveriam sim ser incorporados ao currículo da engenharia civil”.

Fonte: A autora.

Na pergunta que aborda a responsabilidade da Universidade em promover o ensino de softwares BIM, 303 alunos (91%) responderam que sim - acreditam ser papel da Universidade. Apenas 13 alunos (4%) responderam que não acham que o papel de ensinar o BIM seja da Universidade. E 17 alunos (5%) não responderam (Figura 12). Analisando a verbalização e comentários escritos pelos alunos (Tabela 5), pode-se afirmar que os mesmos gostariam que este tema fosse inserido no currículo regular do curso de engenharia civil, o que ratifica a importância desta pesquisa.

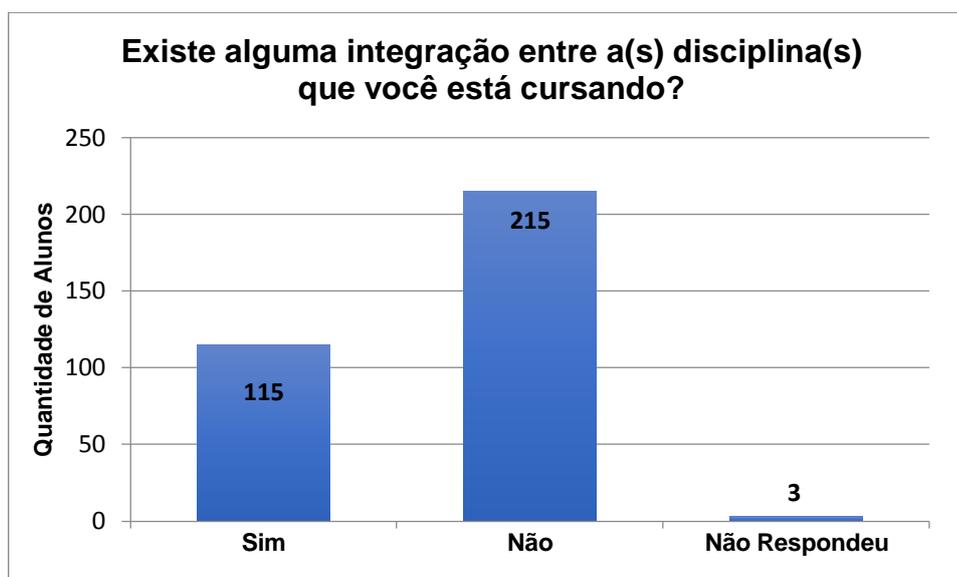
Figura 12 - Visão dos alunos sobre o papel da Universidade em promover o ensino de softwares BIM.



Fonte: A autora.

Já no segundo bloco, quando perguntados sobre a existência de alguma interação entre as disciplinas que estão cursando (Figura 13), nota-se que os alunos não entenderam do que se tratava a pergunta. 115 alunos (34%) responderam que existe integração, porém quando foram descrever um exemplo de como isso acontece, citam itens como: “a continuidade de conteúdos em disciplinas sequenciais e com pré-requisitos”, o “uso constante de cálculos”. Porém alguns destacam que “sentem faltam de maior integração entre os conteúdos” e a “necessidade da promoção de mais atividades extraclasse, para que não fiquem apenas na teoria e fazendo cálculos”. 215 alunos (65%) afirmam que não existe integração entre as disciplinas que está cursando e 3 alunos (1%) não responderam.

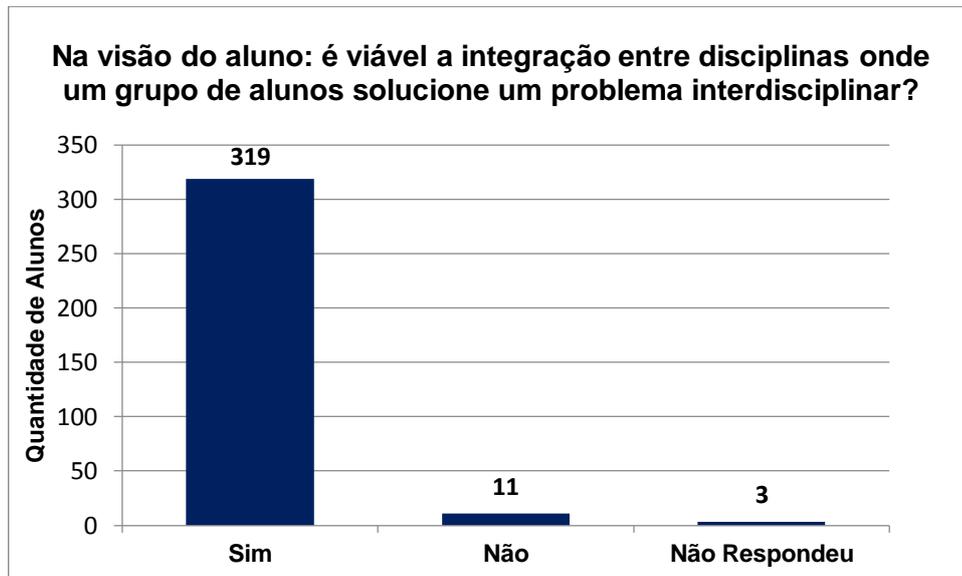
Figura 13 - Existência de relação entre as disciplinas em curso, segundo a visão dos alunos.



Fonte: A autora.

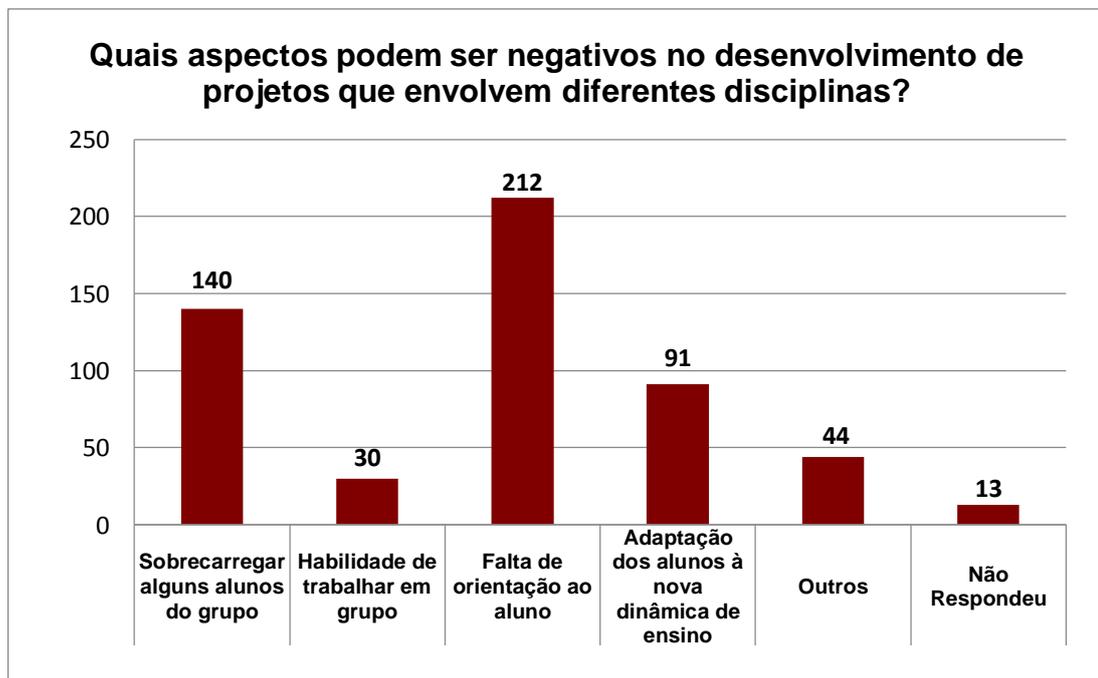
Sobre a viabilidade de integração entre as disciplinas cursadas (Figura 14), onde um grupo de alunos faça um mesmo projeto (solução de um problema) abrangendo diferentes disciplinas, 319 alunos (96%) afirmam que sim – seria viável, enquanto 11 alunos (3%) acreditam que não. Em relação aos aspectos que podem ser negativos no desenvolvimento de projetos que envolvem diferentes disciplinas, as opções mais assinaladas foram: “a possível falta de orientação ao aluno, frente à quantidade e diversidade de informações” (212 alunos); “a possível sobrecarga em alguns alunos do grupo de trabalho” (140 alunos); “a habilidade dos alunos para se adaptar a uma nova dinâmica de ensino-aprendizagem” (91 alunos) e por último, “a habilidade de trabalhar em grupo” (30 alunos). A opção “outros” e alunos que não responderam, somam os 57 alunos restantes (Figura 15).

Figura 14 - Visão dos alunos sobre a viabilidade de integração entre disciplinas.



Fonte: A autora.

Figura 15 - Visão dos alunos sobre os aspectos que podem ser negativos no desenvolvimento de projetos que envolvem diferentes disciplinas.



Fonte: A autora.

Os resultados obtidos nesta parte da pesquisa indicam que há grande interesse e receptividade por parte dos alunos à prática do BIM no curso. Analisando as verbalizações e comentários escritos pelos discentes, pode-se afirmar que os

mesmos gostariam que este tema fosse inserido no currículo regular do curso de engenharia civil, o que ratifica a importância desta pesquisa. Em contrapartida, a maior parte dos alunos questionados afirma que não conhecem ou ainda não utilizam o BIM. As causas mais citadas foram: o fato de não terem aprendido este conhecimento na faculdade; ainda não terem precisado utilizá-lo nos trabalhos das disciplinas; o desconhecimento sobre o assunto e a falta de incentivo por parte dos professores.

A partir da verbalização de alguns alunos ao responderem aos questionários, observa-se que os mesmos poderão se mostrar resistentes às mudanças. Ao serem desafiados, para a aquisição do conhecimento, é requerida uma postura proativa por parte do aluno, o que pode causar desconforto. As maiores vantagens de se utilizar o método da ABP poderão ser constatadas com a evolução profissional do egresso, especialmente as características ligadas à autonomia, ao autodidatismo e ao desenvolvimento de uma postura profissional de base científica.

4.2. RESULTADOS DAS ENTREVISTAS COM PROFESSORES DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Foi desenvolvida também uma pesquisa específica junto aos professores, visando avaliar o nível de aceitabilidade em relação à implementação de novas metodologias de ensino-aprendizagem no curso de engenharia civil. Posteriormente, as propostas de recomendações poderão ser encaminhadas ao Colegiado de Curso. É fundamental conhecer a percepção dos professores para que as recomendações feitas sejam viáveis de serem implantadas.

De todos os 46 professores do curso de Engenharia Civil, 22 lecionam disciplinas do ciclo básico e 24 professores lecionam disciplinas do ciclo profissionalizante. Dos professores que optaram por não participar, 3 lecionam disciplinas do ciclo profissionalizante e 22 lecionam disciplinas do ciclo básico, ou seja, não houve participação de professores do ciclo básico.

No quadro atual de professores do ciclo profissionalizante, há o predomínio de professores com idades entre 33 e 45 anos, totalizando 15 pessoas (63%), conforme Figura 16. Os demais, 6 professores (25%) estão na faixa de idade entre 51 e 64

anos. É importante destacar que 2 professores se aposentaram ao final do semestre 2016/2, com 59 anos e 61 anos.

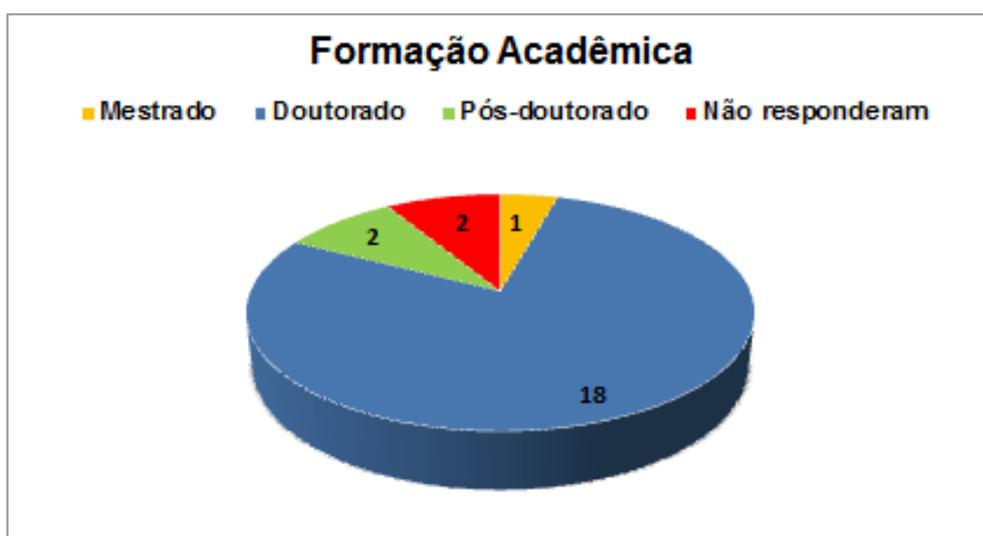
Figura 16 - Faixa etária dos professores entrevistados do ciclo profissionalizante.



Fonte: A autora.

Em relação à formação acadêmica dos professores, apenas 01 professor possui a titulação de mestrado (4%), 20 professores possuem a titulação de doutorado (78%) e apenas 2 professores possuem a titulação de pós-doutorado (9%). Destes doutorados, destaca-se que 3 foram feitos fora do Brasil (Figura 17).

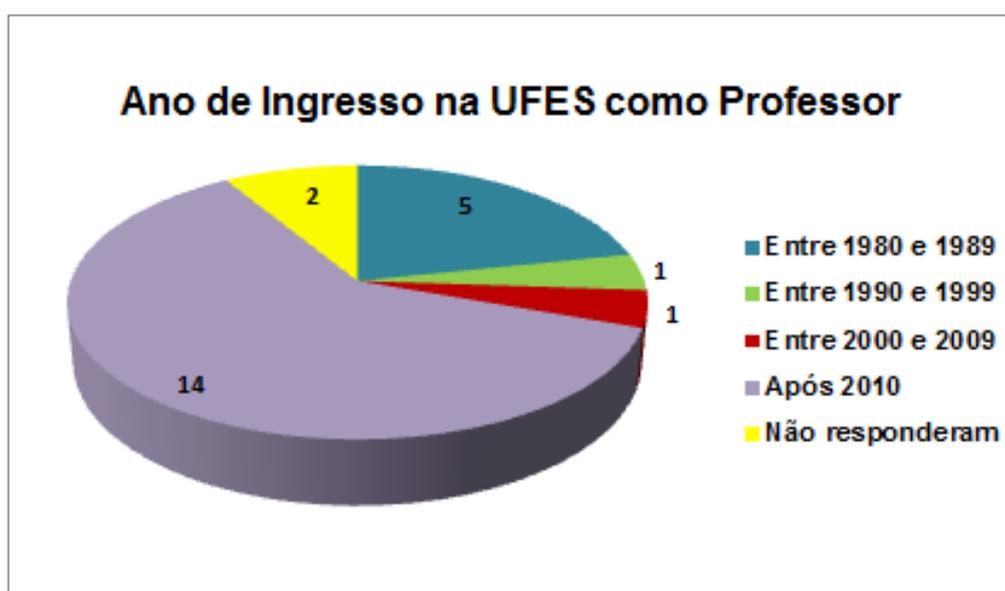
Figura 17 - Formação Acadêmica dos professores entrevistados.



Fonte: A autora.

O quadro atual de professores é recente, tendo ingressado 15 professores de 2008 a 2016. Houve uma renovação dos docentes, sendo que 3 deles estão no seu primeiro semestre letivo em 2016/2. 6 professores ingressaram na Universidade entre 1982 e 1995, sendo que destes, 2 professores se aposentaram ao final do semestre 2016/2. Podem-se destacar os anos de 2010, 2011 e 2016 como os anos de maior entrada de novos professores no colegiado, tendo ingressado respectivamente 4, 5 e 3 professores (Figura 18).

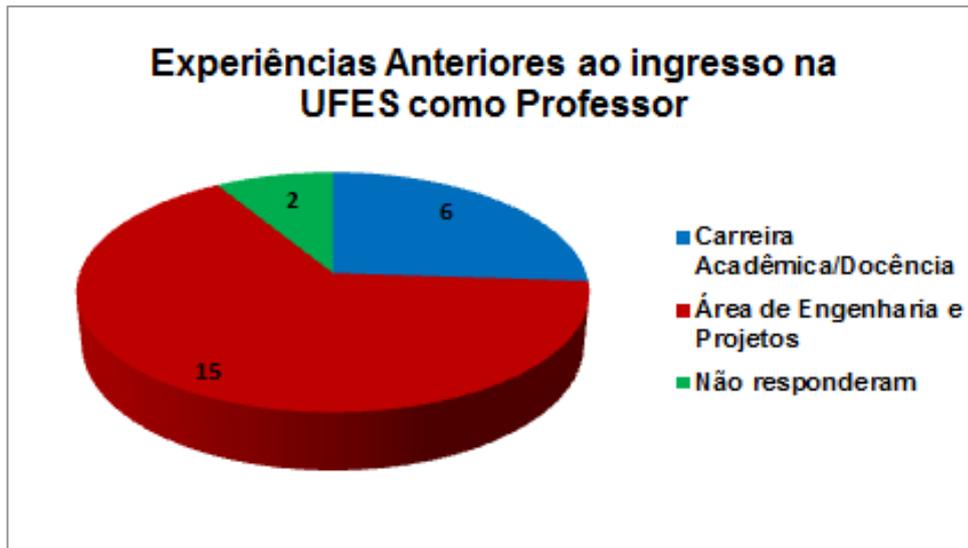
Figura 18 - Ano de ingresso do professor na UFES.



Fonte: A autora.

Em relação à experiência de trabalho anterior ao ingresso na universidade como professor, 15 professores (65 %) responderam que tiveram experiências no mercado como projetistas, em obras, escritórios de engenharia ou empresas ligadas à área de engenharia (Figura 19). 6 professores (26%) afirmam que se dedicaram exclusivamente à carreira acadêmica, pesquisa e docência desde o início da carreira.

Figura 19 - Experiências anteriores ao ingresso na UFES como professor da UFES.

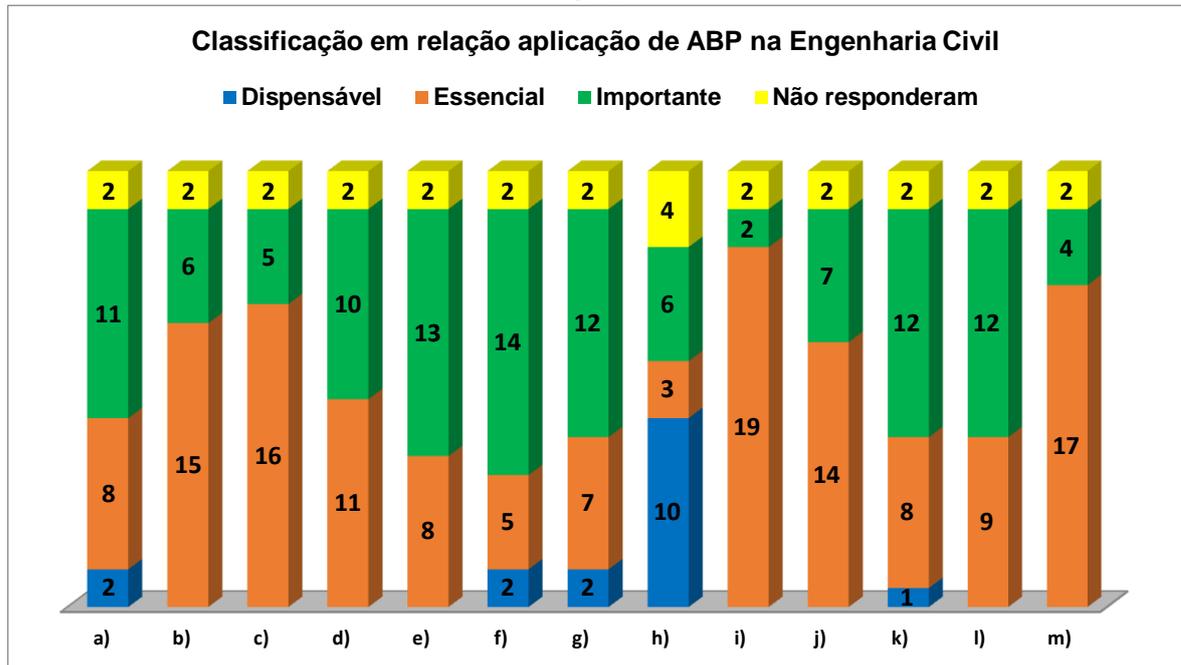


Fonte: A autora.

Sobre a pergunta: “O que você entende como Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)?”, todos os 21 professores respondentes (100%) conseguiram expressar alguma definição relacionada à ABP, mesmo sem conhecimento teórico prévio sobre o tema, usando a interpretação da própria nomenclatura. Destes, 4 professores acreditam que já aplicam a ABP em suas aulas, mesmo que de maneira empírica e estão satisfeitos com os resultados obtidos até agora. Apenas 01 professor, que já estudou ABP em curso de pós-doutorado feito nos EUA, afirma aplicar o método em si nas disciplinas que ministra.

Para identificação da percepção dos professores em relação à aplicação da ABP no curso em estudo, foi elencada uma sequência de afirmações em relação à aplicação de ABP na graduação e o professor deveria assinalar com um “x” a opção que julgasse adequada, caso fosse implantada no curso em estudo. As opções relacionadas eram: “dispensável” (não aplicaria no curso); “importante” (aplicaria no curso) ou “essencial” (aplicaria no curso e seria essencial para o bom funcionamento do mesmo). Destaca-se que as afirmativas que obtiveram maior número de respostas “essencial” foram “a”, “b”, “i”, “j”, “m” (Figura 20). Desta forma, pode-se afirmar que a participação ativa dos alunos e o incentivo para que opinem durante as aulas, melhorando o pensamento crítico sobre as questões envolvidas, são itens considerados essenciais pelos professores e servem de base para o processo de aprendizagem proposto pela ABP.

Figura 20 - Classificação das afirmações em relação à aplicação de ABP no curso de Engenharia Civil.



- a) Os problemas são passados aos alunos antes da aula expositiva ou encontro ou palestra. Isto é diferente do método de ensino convencional, onde os problemas são dados para os alunos no final de cada seção que está sendo ensinada na sala de aula.
- b) O processo de aprendizagem proposto pela ABP exige que todos os alunos participem ativamente na sala de aula.
- c) Os alunos são colocados em cenários de projetos realistas que enfrentam a análise e resolução de problemas reais.
- d) Novas formas de pesquisa: não apenas livros, mas também websites, revistas, jornais e entrevistas.
- e) Os alunos vão resolver o problema com base nas informações e conhecimento que foram obtidos a partir de suas próprias pesquisas.
- f) Avaliação não apenas do resultado como também da satisfação dos alunos.
- g) Trabalhos propostos a pequenos grupos de alunos de um mesmo período, envolvendo diferentes disciplinas/assuntos estudados até o momento.
- h) Trabalhos propostos a pequenos grupos de alunos de períodos diferentes.
- i) Os grupos de alunos devem ter reuniões com os professores para orientar as fases iniciais do projeto e antes de iniciar os laboratórios práticos.
- j) Os estudantes devem ser incentivados a dar as suas opiniões para melhorar o pensamento crítico sobre as questões envolvidas.
- k) Aprendizado centrado no estudante, mudando-se a forma de transmitir o conhecimento.
- l) Auxílio de monitores durante o período das aulas.
- m) Orientação e análise crítica ao longo do desenvolvimento do processo para a seleção de possíveis soluções do problema.

* Nota: Poderia ser assinalada mais de uma opção por respondente

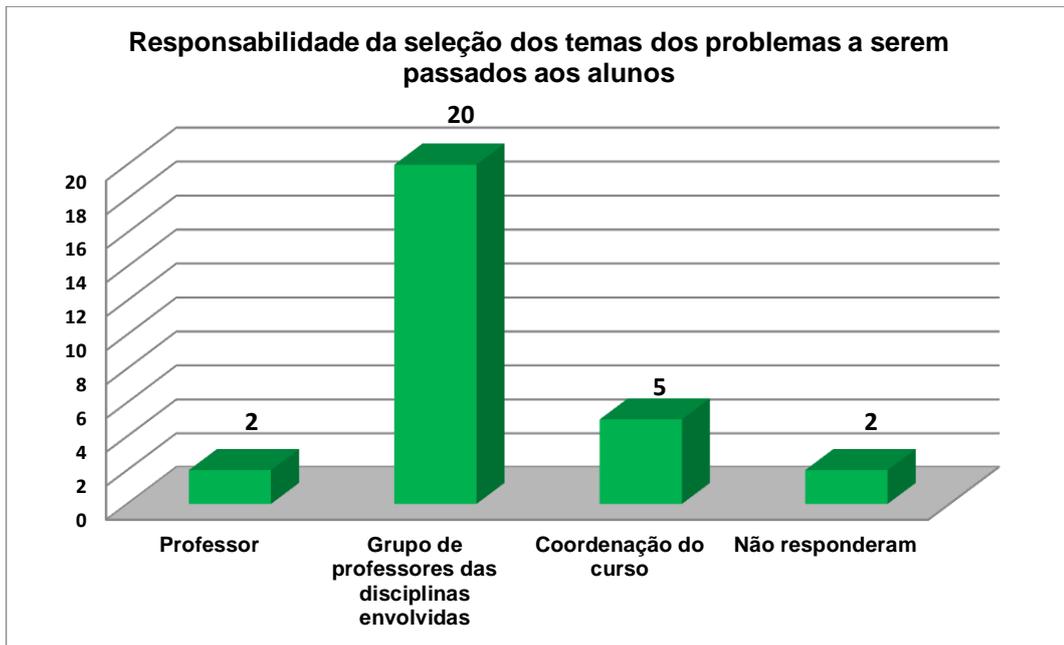
Fonte: A autora.

Colocar os alunos em cenários realistas de projetos, nos quais eles possam enfrentar a análise e a resolução de problemas também é essencial para o aprendizado, segundo os professores. Todo o processo deve ser monitorado e supervisionado de perto pelo professor, realizando reuniões com os grupos de alunos, orientando as fases iniciais do projeto e antes de iniciar os laboratórios práticos, e realizando análises críticas ao longo do desenvolvimento do processo para a seleção de possíveis soluções dos problemas.

A afirmativa que obteve maior número de respostas “dispensável” foi letra “h”, que trata de trabalhos propostos a pequenos grupos de alunos de períodos diferentes. Os professores questionaram se seria produtivo envolver alunos de períodos diferentes num mesmo trabalho ou se isso geraria conflitos e ainda mais dúvidas. Já na afirmativa “g”, que trata de “trabalhos propostos a pequenos grupos de alunos de um mesmo período, envolvendo diferentes disciplinas/assuntos estudados até o momento”, as opiniões ficaram bem divididas entre “importante” e “essencial”.

A maior parte dos professores atribui ao “grupo de professores das disciplinas envolvidas” a responsabilidade de selecionar os temas dos problemas a serem passados aos alunos (Figura 21). Em segundo lugar, ficou a “coordenação do curso” e por último, “o professor de cada disciplina” isolada. Este resultado demonstra a importância da comunicação e da integração entre os professores das disciplinas relacionadas. A ABP pode atuar diretamente neste sentido, aumentando a interação entre os docentes no planejamento das disciplinas antes da oferta das mesmas aos alunos.

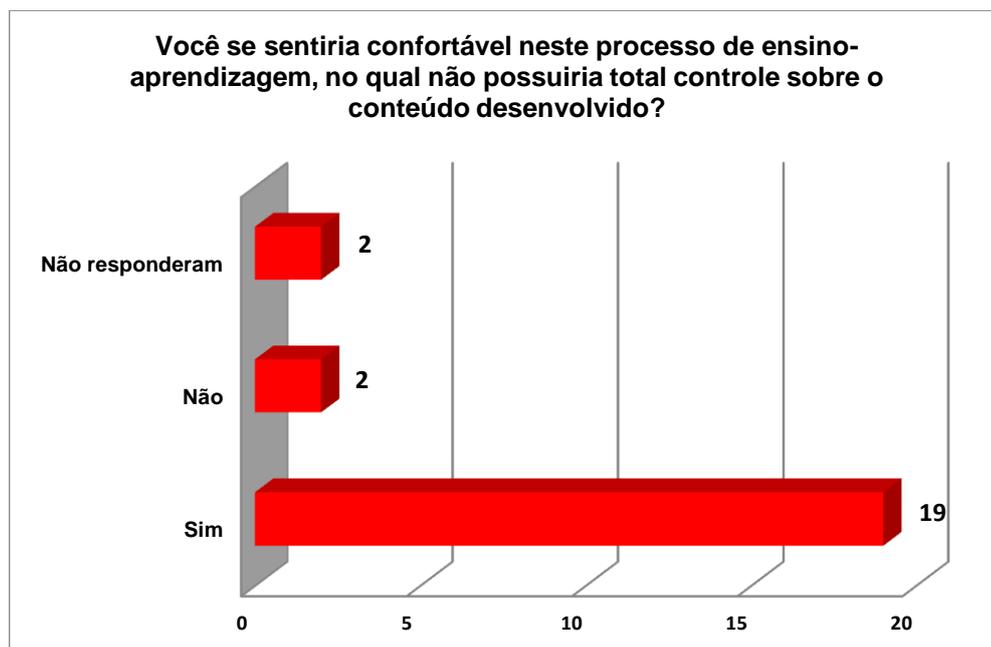
Figura 21 – Sobre a responsabilidade de selecionar os temas dos problemas a serem passados.



Fonte: A autora.

Em relação à pergunta: “Você se sentiria confortável neste processo de ensino-aprendizagem, no qual os professores não possuiriam total controle sobre o conteúdo desenvolvido?”, os professores deveriam responder “sim” ou “não” e justificar as respostas. Conforme pode ser visto na Figura 22, 19 professores (79%) responderam que “sim”, se sentiriam confortáveis e justificaram suas respostas (Tabela 6). Um desses professores sinalizou que mesmo que ficasse desconfortável no processo de transição do método atual para o proposto, acredita ser viável. Complementa que os professores teriam que se adaptar e preparar bem as aulas para que a metodologia funcione. Apenas 2 professores responderam que “não” se sentiriam confortáveis neste processo de ensino-aprendizagem. Um deles afirma que não vê necessidade de modificar a forma como ele leciona sua disciplina e não gostaria da interferência no processo de aprendizagem. O mesmo se considera muito tradicional e bem adaptado à maneira que vem conduzindo sua disciplina, além de estar satisfeito com os resultados obtidos até agora.

Figura 22 – Opinião dos professores em relação ao processo de ensino-aprendizagem.



Fonte: A autora.

Tabela 6 – Respostas dos professores para a pergunta: “Você se sentiria confortável neste processo de ensino-aprendizagem, no qual os professores não possuiriam total controle sobre o conteúdo desenvolvido?” (continua....)

“Sim. O grupo de professores definiria o tema, então eles possuem controle sobre o conteúdo.”

“Sim. Porque desta forma ensino e avalio. O controle sobre o conteúdo final é total. Etapas também é total.”

“Sim. Não teremos total controle, mas teremos uma linha de trabalho, onde se sabe ou se espera o que aconteça. Consigo me adaptar bem. Já faço isso. O objetivo é atingir o conhecimento. A forma pode ser adaptada.”

“Sim. O professor não tem que saber de tudo. Seria um motivo a mais para o professor se atualizar, buscar melhorar, ter a troca com o que os alunos vão pesquisar.”

“Sim. O professor possui controle indireto, pois ele direciona o aluno para o que realmente importa.”

“Sim. Os desafios são estimulantes e motivam os acomodados a saírem da sua zona de conforto.”

“Sim. Quando o conteúdo é desenvolvido com uma equipe, a tendência é ter um melhor resultado.”

“Sim. Estamos formando profissionais que precisam tomar decisões mais na frente. Este tipo de metodologia capacitará os alunos de forma mais eficaz para seu desempenho na vida profissional.”

Fonte: A autora.

Tabela 6 – Respostas dos professores para a pergunta: “Você se sentiria confortável neste processo de ensino-aprendizagem, no qual os professores não possuiriam total controle sobre o conteúdo desenvolvido?” (conclusão).

“Sim. É uma experiência que tenho muita vontade de colocar em prática.”

“Sim. Seria estimulante, uma surpresa a todo minuto. É real”.

“Sim. Porque isso favorece a busca por conhecimento interdisciplinar por parte do professor também.”

“Sim. Desta forma o aluno buscaria outras fontes de pesquisa.”

“Sim. É importante incentivar o aluno a ter o senso crítico e que ele possa trazer as reais dificuldades dos problemas a serem discutidos com o professor. Nosso perfil de alunos se limita a usar apenas as informações passadas pelos professores em sala de aula. O fato de o aluno ter que buscar mais informações extraclasse, agrega conhecimento para ele e obriga o professor a se atualizar, sair do tradicionalismo, saber onde aplicar na prática. É mais desafiador para o professor também.”

“Sim. Toda unanimidade é burra!”

“Sim. O aluno se sente mais confortável indo por este lado e temos que respeitar isso.”

“Sim. O professor tem controle do conteúdo e estimula a aprendizagem ativa dos estudantes. Estimula os alunos a irem além do que ensina. Antes do início das aulas, tudo tem que estar estruturado e definido pelo professor. E deve ser passado aos alunos no início das aulas.”

“Sim. Mais ou menos. É possível. Haveria uma adaptação, pois como você perde o controle total do aprendizado, você fica um pouco a deriva. Tem que amarrar e puxar um pouco. Acredito que a transição será desconfortável, mas depois é viável sim. Teremos que nos adaptar e preparar bem as aulas.”

“Não. Eu tenho a minha forma de aplicar a disciplina, que é uma forma muito tradicional. Eu acredito na forma com a qual eu ensino e não gostaria da interferência no processo de aprendizagem. É minha opinião particular. Tenho plena convicção disso.”

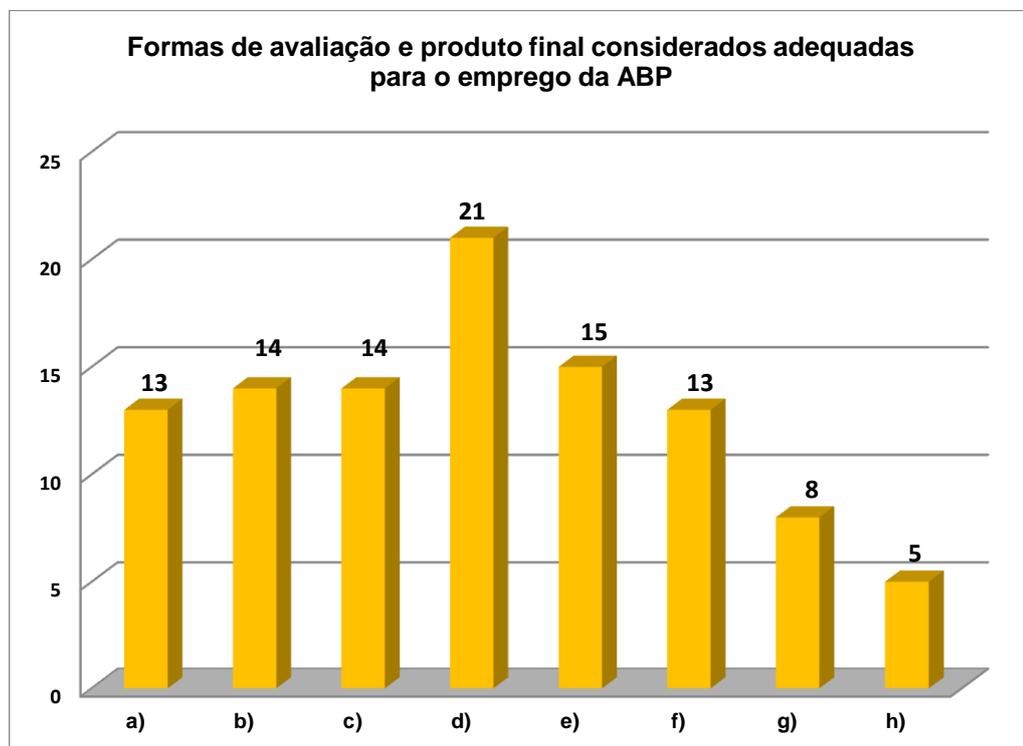
“Sim. Não vejo problema em um professor expor o que não sabe.”

Fonte: A autora.

Ao serem solicitados a marcar “as formas de avaliação e produto final que considera adequado para o emprego da ABP no curso de engenharia civil”, os professores poderiam assinalar mais de uma opção e também fazer sugestões no campo “outros” que estava em branco. O item “Apresentação de possíveis soluções para os problemas passados” foi escolhido por 100% dos professores respondentes. Em seguida tem-se 5 itens distribuídos de forma equiparada: “apresentação de estudo de caso” (15 marcações); “relatórios das atividades desenvolvidas” (14 marcações), “discussões de análise crítica” (14 marcações); “avaliação individual escrita” (13 marcações); “trabalhos práticos de laboratório” (13 marcações). Por último, com 8 marcações, ficou o item “relatórios de atividades de laboratório”, considerado ultrapassado por vários professores, pois se trata de repetição de um mesmo

formato de trabalho e podem ser facilmente copiado pelos demais colegas de classe, sendo difícil avaliar efetivamente a participação e aprendizado do aluno através deste instrumento. Os professores sugeriram outras formas de avaliação como: seminários; projetos em grupo; esboço físico do problema resolvido (ex: maquete ou protótipo); elaboração de relatórios parciais e um final, ao invés de apenas um relatório final; visitas técnicas a obra (Figura 23).

Figura 23 – Formas de avaliação e produto final considerados adequados para o emprego da ABP no curso de engenharia civil.



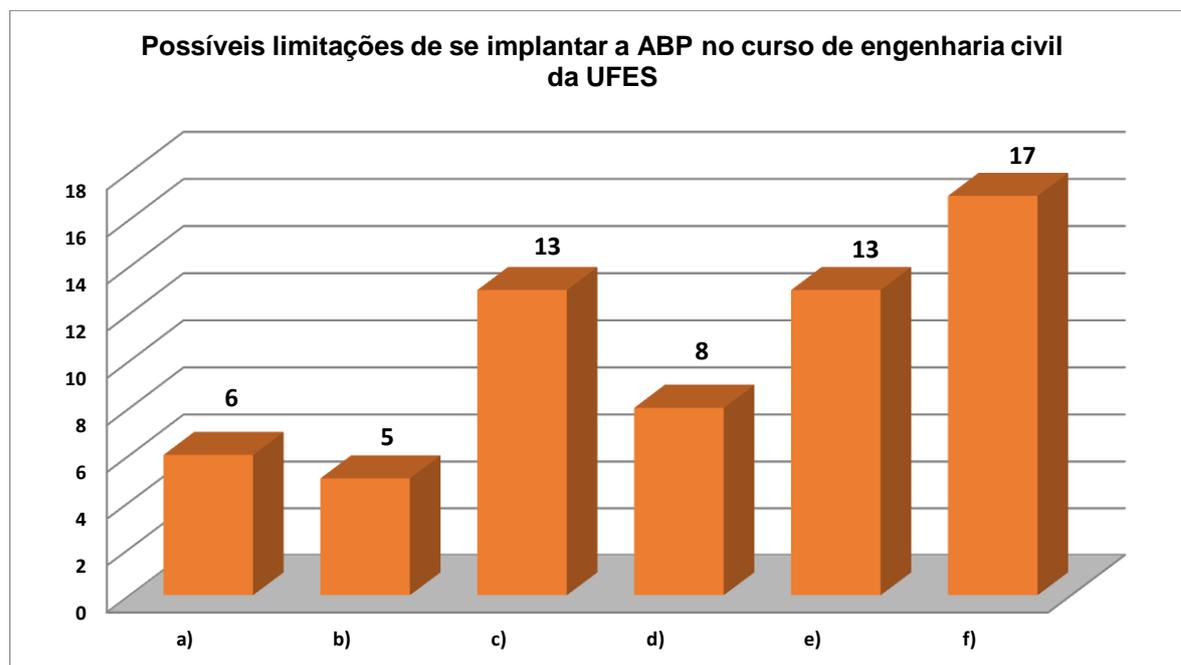
a)	Avaliação individual escrita.
b)	Relatórios das atividades desenvolvidas.
c)	Discussões de análise crítica.
d)	Apresentação de possíveis soluções.
e)	Apresentação de estudo de caso.
f)	Trabalhos práticos de laboratório.
g)	Relatórios de atividades de laboratório.
h)	Outros.

* Nota: Poderia ser assinalada mais de uma opção por respondente

Fonte: A autora.

Ao serem solicitados a selecionar as “possíveis limitações de se implantar a ABP no curso de engenharia civil da UFES”, os professores deveriam assinalar com um “x” as opções desejadas. A afirmativa “f”: “A falta de um programa de capacitação de professores, visando maior familiarização dos professores e alunos com o novo modelo pedagógico” obteve o maior número de respostas (Figura 24). Isso confirma a necessidade de capacitação dos professores para viabilizar a implantação de qualquer nova metodologia de ensino no curso de graduação. Em seguida têm-se as afirmativas “c” e “e”, que tratam do “desafio para o professor ou facilitador em monitorar, apoiar e avaliar todos os grupos e alunos individualmente” e “O trabalho em pequenos grupos pode trazer a necessidade de ampliação do corpo docente, a revisão das matrizes curriculares ou mudanças nos planos de ensino das disciplinas”, respectivamente. Ao mudar-se a forma de ensinar e, conseqüentemente, de aprender, não apenas os alunos passam a ter novas atribuições, como também os professores. Há necessidade de capacitação de professores, de revisão do planejamento do tempo, possíveis modificações nos planos de ensino das disciplinas, adoção de monitores nas aulas, além de repensar o formato e a duração das aulas. Segundo a verbalização de um professor: “O professor precisa ter boa vontade e dedicação extra, se envolver, se comprometer. Mudar isso no contexto dos professores do curso de engenharia civil vai reverberar nos demais cursos da UFES. Precisa ser algo mais institucional, dentro do Centro Tecnológico, para ter mais força, pois vai impactar os demais cursos”.

Figura 24 - Possíveis limitações ao implantar a ABP no curso de engenharia civil da UFES.



- | | |
|----|---|
| a) | Os estudantes podem se mostrar resistentes às mudanças: sair de suas zonas de conforto, visando à aquisição do conhecimento, pode gerar desconforto e requer uma postura proativa, o que nem sempre é bem assimilado e aceito por todos os discentes. |
| b) | Os estudantes podem ter dificuldade para trabalhar em grupo: seja em atividades de laboratório prático ou em atividades de sala de aula. |
| c) | O desafio para o professor ou facilitador em monitorar, apoiar e avaliar todos os grupos e alunos individualmente. |
| d) | O aluno pode se sentir desorientado durante o processo. |
| e) | O trabalho em pequenos grupos pode trazer a necessidade de ampliação do corpo docente, a revisão das matrizes curriculares ou mudanças nos planos de ensino das disciplinas. |
| f) | A falta de um programa de capacitação de professores, visando maior familiarização dos professores e alunos com o novo modelo pedagógico. |

* Nota: Poderia ser assinalada mais de uma opção por respondente

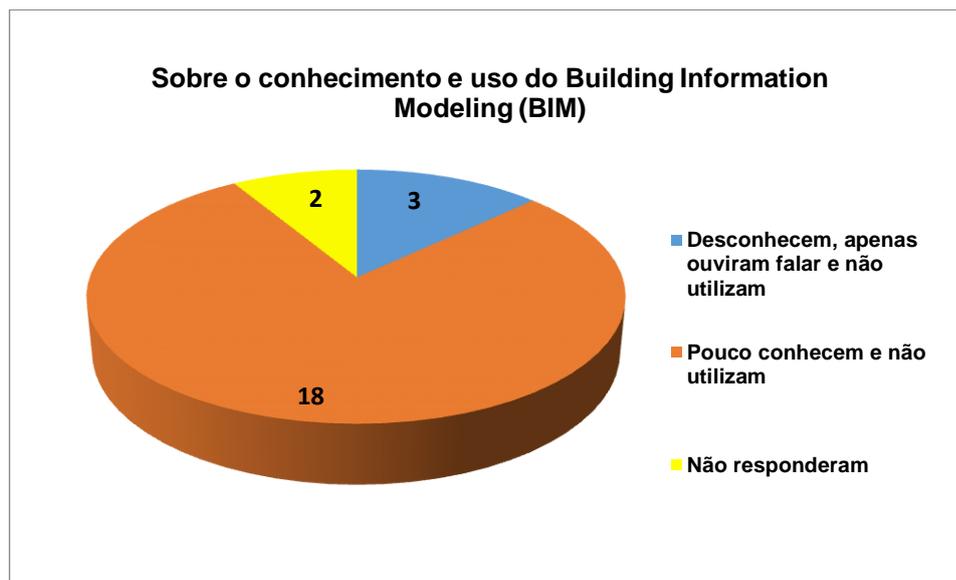
Fonte: A autora.

As outras 3 afirmativas a respeito dos alunos, “a”, “b”, “d”, não foram consideradas as principais limitações para a adoção da ABP. Segundo uma professora: “(...) a ABP é um método interessante, que estimula mais o nosso aluno, sai do método tradicional da universidade. Os alunos precisam ser sacudidos! Fora do Brasil já é assim (...)”. Os professores acreditam que o método ABP estimula o aluno a buscar o conhecimento por si só, estimulando a aprendizagem, o que leva a formação de profissionais mais capacitados na resolução de problemas, que é o objetivo do método. As possíveis dificuldades e resistências iniciais dos alunos serão rapidamente superadas, se houver suporte e empenho por parte dos professores,

que precisam estar bem capacitados, para orientar todo os processo de ensino-aprendizagem (Figura 24).

Conforme a Figura 25, 3 professores (13%) afirmam não conhecer o BIM. Apenas ouviram falar ao conversarem com um professor do colegiado, que desenvolve pesquisas sobre o assunto. Os 18 demais professores possuem alguma noção do que seja o BIM, mas não aplicam nas aulas ou não utilizam na prática. Sobre a pergunta: “O que você entende como *Building Information Modeling* (BIM)?”, a maior parte dos professores, 18 respondentes (78%) trouxe definições simplificadas do que seria o BIM, relativas à “integração de projetos” e citam vantagens de se utilizar o BIM como: “identificar interferências”, “evitar problemas”, “antever problemas”, “gerenciar”, “compatibilizar”.

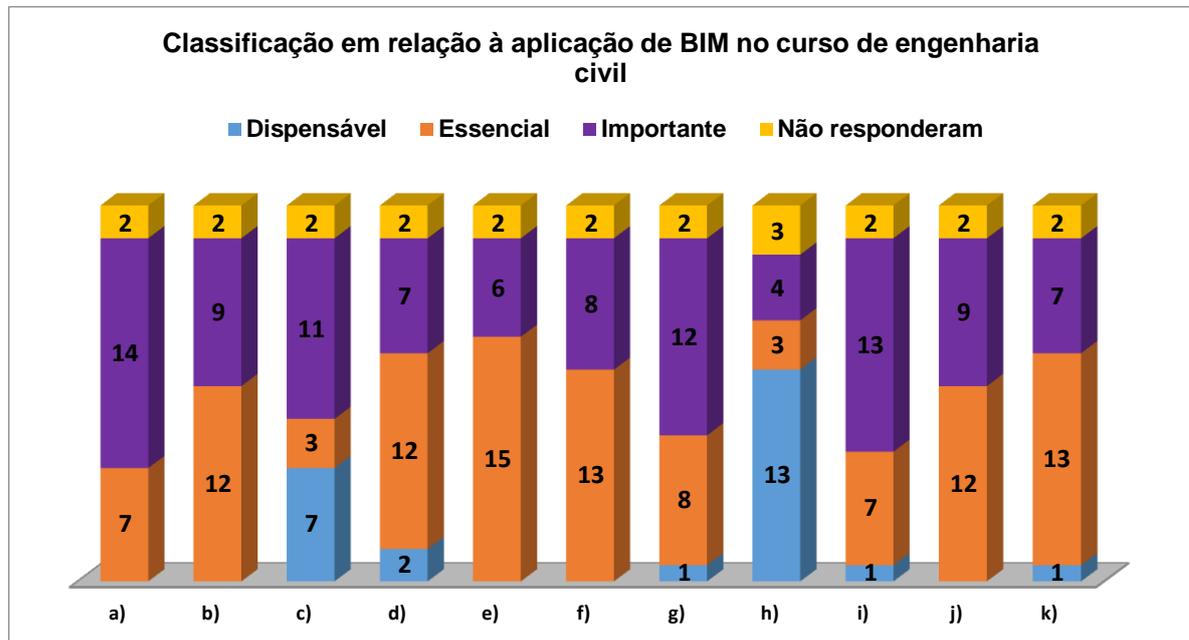
Figura 25 – Sobre o conhecimento e uso do *Building Information Modeling* (BIM).



Fonte: A autora.

Para identificação da percepção dos professores em relação à aplicação do BIM no curso em estudo, foi elencada uma sequência de afirmações em relação à aplicação do BIM na graduação e o professor deveria assinalar com um “x” a opção que julgasse adequada, caso fosse implantado no curso em estudo. As opções relacionadas eram: “dispensável” (não aplicaria no curso); “importante” (aplicaria no curso) ou “essencial” (aplicaria no curso e seria essencial para o bom funcionamento do mesmo). Destaca-se que as afirmativas que obtiveram maior número de respostas “essencial” foram “b”, “d”, “e”, “f”, “j”, “k” (Figura 26).

Figura 26 - Classificação das afirmações em relação à aplicação de BIM no curso de engenharia civil



- a) Desenvolver trabalhos utilizando um modelo BIM em uma ou mais disciplinas que foquem diferentes etapas do ciclo de vida da edificação.
- b) Integração de professores para a proposição e desenvolvimento de um trabalho em comum entre disciplinas.
- c) Trabalhos propostos a pequenos grupos de alunos de períodos diferentes envolvendo o BIM.
- d) Ensinar a filosofia BIM como uma disciplina introdutória específica.
- e) Introduzir uma disciplina de Computação Gráfica para utilização de softwares BIM em trabalhos integrados após o ciclo básico.
- f) Incorporar a aplicação de softwares BIM no desenvolvimento de trabalhos das disciplinas de planejamento, projeto e gerenciamento de construções.
- g) Organização de oficinas BIM ao longo do curso.
- h) Conhecimento prévio de programas BIM por parte do aluno.
- i) Experiência com projeto integrado em estúdios/laboratórios BIM envolvendo diferentes departamentos.
- j) Criação de laboratórios de projetos multidisciplinares para ensinar projeto integrado e BIM.
- k) Reestruturar o currículo existente para incluir BIM.

* Nota: Poderia ser assinalada mais de uma opção por respondente

Fonte: A autora.

Foi ressaltado um item relacionado à necessidade de mudanças na infraestrutura, considerado essencial para a adoção do BIM no curso de engenharia civil: “a criação de laboratórios de projetos multidisciplinares para ensinar projeto integrado e BIM”. Os outros 5 itens ressaltados estão mais relacionados à mudança de comportamento dos professores, seja em relação aos alunos, aos outros colegas professores e ao curso em si: “a integração de professores para a proposição e

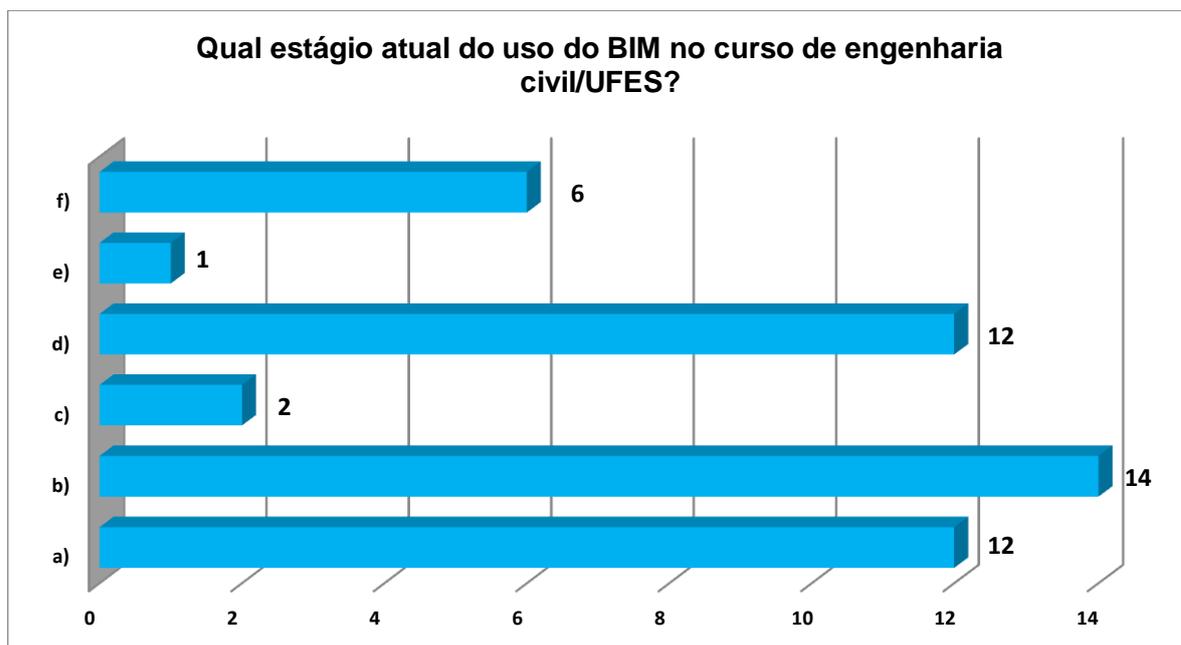
desenvolvimento de um trabalho em comum entre disciplinas”; “ensinar a filosofia BIM como uma disciplina introdutória específica”; “introduzir uma disciplina de Computação Gráfica para utilização de softwares BIM em trabalhos integrados após o ciclo básico”; “incorporar a aplicação de softwares BIM no desenvolvimento de trabalhos das disciplinas de planejamento, projeto e gerenciamento de construções” e “reestruturar o currículo existente para incluir BIM”.

A afirmativa que obteve maior número de respostas “dispensável” foi letra “h”, que trata do “conhecimento prévio de programas BIM por parte do aluno”. Os professores não acreditam que seja necessário que o aluno tenha conhecimento prévio a respeito do BIM para que esta metodologia seja aplicada no curso. Na afirmativa “c”, que trata de “trabalhos propostos a pequenos grupos de alunos de períodos diferentes envolvendo o BIM”, as opiniões ficaram bem divididas entre “importante” e “dispensável”. Nas demais afirmativas, as opiniões se dividiram entre “importante” e “essencial”, em sua maioria (Figura 26).

Em relação ao estágio atual de uso do BIM no curso de engenharia civil da UFES, as afirmativas que obtiveram maior número de respostas foram “a”, “b”, “d”, “f” (Figura 27). Desta forma, pode-se concluir que o assunto não é abordado ou ensinado durante as aulas. Às vezes é citado por alguns professores, de maneira pontual, mas não aplicado de forma prática.

Os alunos não utilizam BIM no desenvolvimento dos trabalhos, mas alguns professores incentivam que os alunos utilizarem esta tecnologia no desenvolvimento dos trabalhos. Conseqüentemente, as duas afirmativas menos assinaladas foram “c” e “e”, pois os poucos alunos que desenvolvem trabalhos utilizando softwares BIM, adquiriram este conhecimento fora da sala de aula (Figura 27).

Figura 27 – Estágio atual do uso do BIM no curso de engenharia civil, segundo os professores.



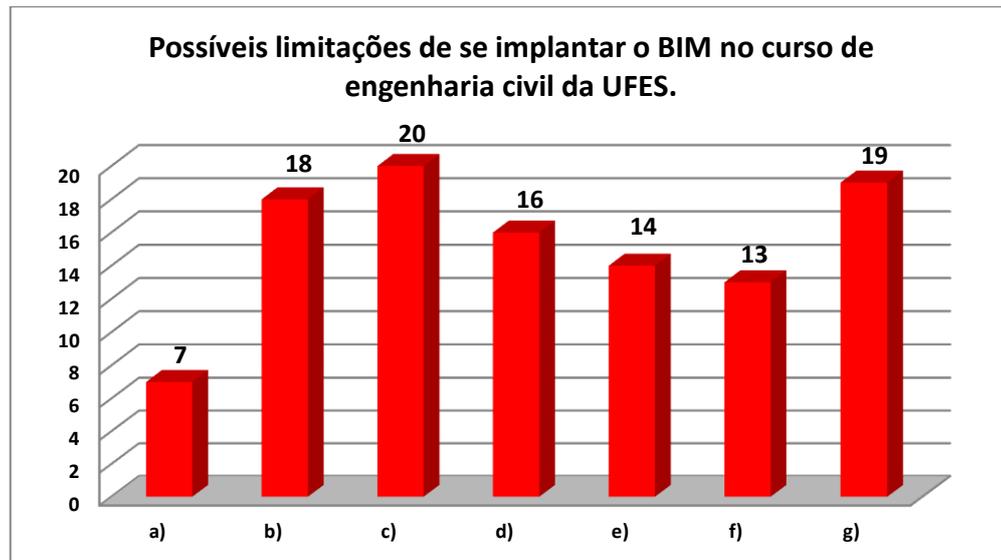
-
- a) O assunto não é abordado durante as aulas.
-
- b) É citado por alguns professores de maneira pontual, mas não aplicado na prática.
-
- c) Os alunos desenvolvem trabalhos com conhecimento de softwares BIM adquiridos fora da sala de aula.
-
- d) Os alunos não utilizam BIM no desenvolvimento dos trabalhos.
-
- e) É ensinado pelos professores durante as aulas e os alunos desenvolvem os trabalhos com esse conhecimento.
-
- f) Não é ensinado pelos professores durante as aulas, mas os professores incentivam os alunos a utilizarem no desenvolvimento de trabalhos.
-

* Nota: Poderia ser assinalada mais de uma opção por respondente

Fonte: A autora.

Ao serem solicitados a apontar as “possíveis limitações de se implantar o BIM no curso de engenharia civil da UFES”, os professores deveriam assinalar com um “x” as opções desejadas. As afirmativas “b”, “c”, “g” obtiveram os maiores números de respostas, ou seja, foram consideradas as maiores limitações para implantação do BIM no curso (Figura 28). Isso confirma a necessidade de capacitação dos professores em teoria e prática do BIM, além da necessidade de ressaltar a importância de realizar trabalho colaborativo entre os professores para viabilizar a implantação de qualquer nova metodologia de ensino no curso de graduação.

Figura 28 – Possíveis limitações de se implantar o BIM no curso de engenharia civil da UFES.



-
- a) A dificuldade em se trabalhar/gerenciar uma grande quantidade de informações, que podem ser analisadas e alteradas.
-
- b) Falta de professores capacitados em teoria e prática do uso do BIM.
-
- c) Necessidade de treinamento BIM dos membros do corpo docente.
-
- d) Inexistência de laboratórios de informática com capacidade de atendimento as diversas disciplinas que são ofertadas simultaneamente.
-
- e) Pouco fomento de parcerias entre a universidade e o mercado de trabalho.
-
- f) A estrutura curricular atual do curso.
-
- g) Necessidade de realizar trabalho colaborativo entre os professores, de forma a evitar uma aprendizagem fragmentada e pouco significativa.
-

* Nota: Poderia ser assinalada mais de uma opção por respondente

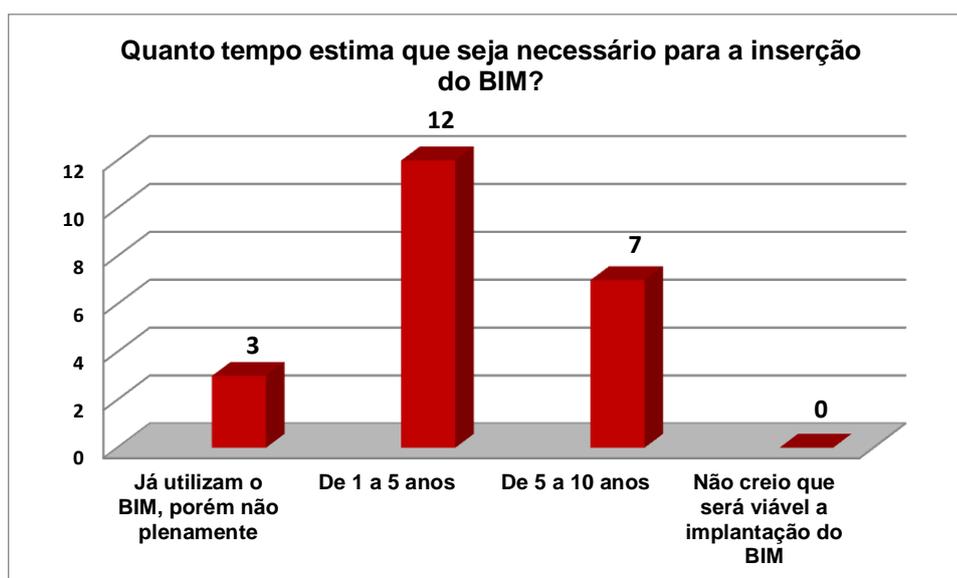
Fonte: A autora.

Outras possíveis limitações são: a inexistência de laboratórios de informática com capacidade de atendimento às diversas disciplinas que são ofertadas simultaneamente; o pouco fomento de parcerias entre a universidade e o mercado de trabalho; e a estrutura curricular atual do curso, que pode ter que sofrer revisão ou modificação após estudos mais aprofundados. Poucos professores consideraram como limitação “a dificuldade em se trabalhar/gerenciar uma grande quantidade de informações, que podem ser analisadas e alteradas”, trazidas com a utilização do BIM (Figura 28).

Ao serem questionados sobre “quanto tempo você estima que seja necessário para a inserção do BIM, dadas as condições atuais e as limitações existentes no curso de engenharia civil/UFES para a implementação do BIM”, todos os professores

respondentes acreditam ser viável a implantação do BIM no curso de engenharia civil da UFES (Figura 29). Em relação ao tempo necessário para a implantação, 12 professores consideram que é possível implantar o BIM no período de 1 a 5 anos, enquanto 7 professores consideram mais realista o prazo de 5 a 10 anos. Isso se deve aos investimentos necessários em infraestrutura; treinamentos e capacitações; reuniões entre os docentes e coordenação de curso; mudanças de paradigmas; superar resistências e barreiras pessoais; se disponibilizar a aprender algo novo. Foi dada como opção a alternativa “já utilizam o BIM, porém não plenamente”, apenas para medir o nível de conhecimento do professor a respeito do que acontece no departamento de engenharia civil e visando não induzir suas respostas.

Figura 29 – Tempo estimado para a inserção do BIM no curso de engenharia civil da UFES.

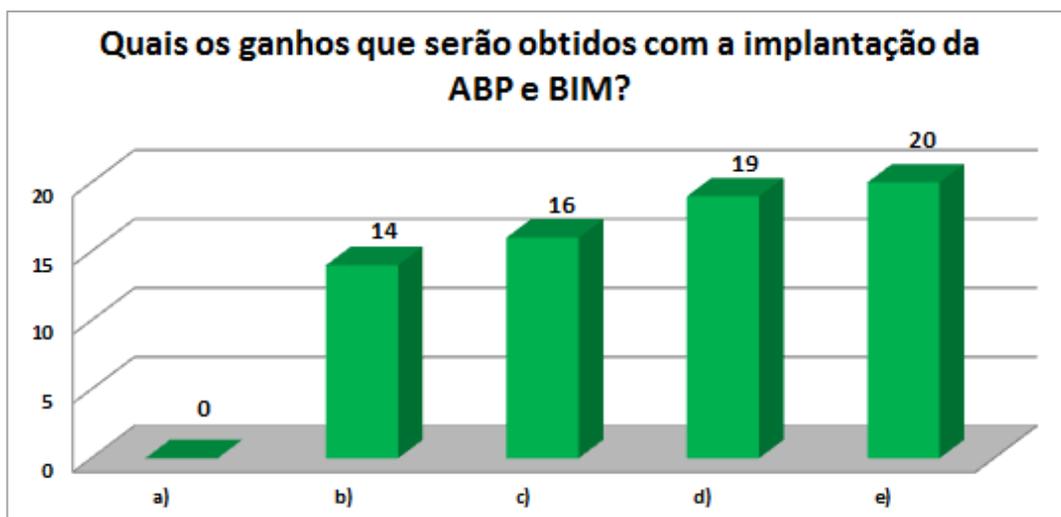


Fonte: A autora.

Todos os professores respondentes consideram que serão obtidos ganhos consideráveis que justifiquem as mudanças nos métodos de ensino. Dentre os ganhos possíveis, destaca-se, em primeiro lugar, a oportunidade que o aluno pode ter de trabalhar com a integração de diversas disciplinas utilizando a modelagem da informação da construção (BIM) nas várias fases do ciclo de vida da edificação. Podem ser listados vários tipos de melhorias que devem ser obtidas com a implantação da ABP e BIM no curso de engenharia civil da UFES: em relação à formação do pensamento crítico do aluno e à habilidade de resolver problemas; nas

relações interpessoais e na capacidade de trabalhar em equipe; na comunicação eficaz em formas gráficas, orais e escritas de todos os envolvidos no processo (Figura 30).

Figura 30 – Ganhos que poderão ser obtidos com a implantação da ABP e BIM no curso de engenharia civil da UFES.



-
- a) Não serão obtidos ganhos consideráveis que justifiquem as mudanças no método de ensino.
-
- b) Comunicação eficaz em formas gráficas, orais e escritas de todos os envolvidos no processo.
-
- c) A melhoria das relações interpessoais e a capacidade em trabalhar em equipe.
-
- d) Melhoria na formação do pensamento crítico do aluno e habilidade em resolução de problemas.
-

O aluno terá a oportunidade de trabalhar com a integração de diversas disciplinas utilizando a

e) modelagem da informação da construção (BIM) nas várias fases do ciclo de vida da edificação.

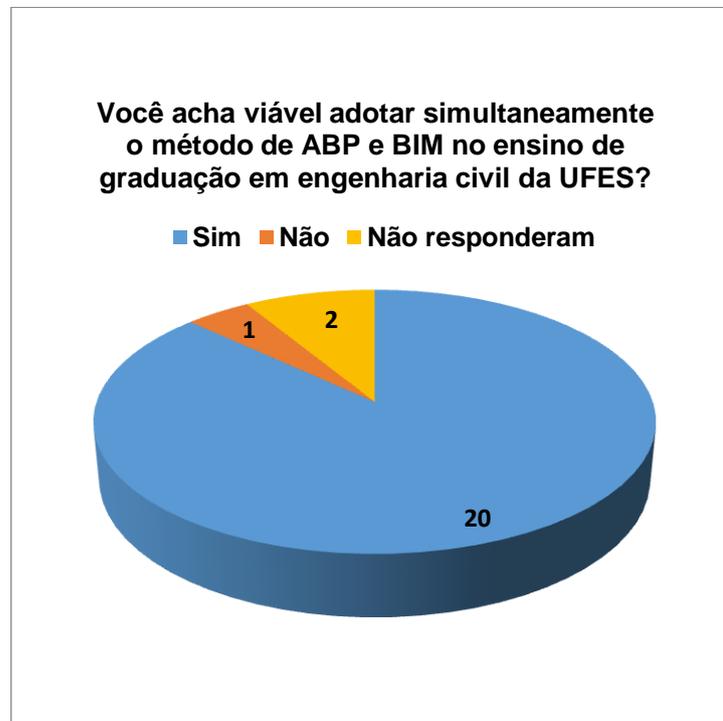
* Nota: Poderia ser assinalada mais de uma opção por respondente

Fonte: A autora.

A maioria expressiva dos entrevistados, 20 professores (87 %) acredita ser viável a adoção do método da ABP e BIM no ensino de graduação em engenharia civil da UFES (Figura 31). Muitas considerações e verbalizações foram feitas e devem ser levadas em consideração (Tabela 7), antes da proposição da base de recomendações para inserção da ABP e BIM no ensino superior de engenharia civil da UFES. Apenas 01 professor (4%) não acredita ser viável esta adoção simultânea da ABP e BIM, julgando ser “muito ousado”. O mesmo sugere que a implantação seja feita em duas etapas, de forma gradual.

Algumas ponderações podem ser feitas a partir dos resultados obtidos das entrevistas com os professores. A adoção da ABP obriga os alunos a trabalharem no ritmo do grupo e pode ser frustrante para os alunos que apresentem alguma dificuldade, trabalhar desta forma. Em relação ao trabalho docente, algumas limitações podem ser: a impossibilidade de trabalhar todos os conteúdos por meio de projetos; a dificuldade de motivar os alunos a aprenderem as matérias básicas, que não fazem parte do projeto, mas servem como suporte; o fato do trabalho ser em grupo, que pode dificultar a avaliação do desempenho individual. Alunos individualistas, competitivos e introvertidos podem não se adaptar à natureza participativa e colaborativa deste método e também o aluno terá que aumentar o tempo de dedicação ao estudo, principalmente no que se refere às implementações parciais de ABP. Esse aumento de demanda do tempo também é um fator complicador para os docentes, pois esses acabam tendo menos tempo para se dedicarem a atividades acadêmicas mais valorizadas.

Figura 31 – Sobre a viabilidade de adotar simultaneamente o método de ABP e BIM no ensino de graduação em engenharia civil da UFES, na opinião dos professores.



Fonte: A autora.

A ABP possui a vantagem de motivar o aluno a trabalhar e a aprender a aprender, pois já que há trabalho em grupo, há mais comunicação entre os alunos e estes estabelecem mais parcerias entre si. Os alunos também demonstram mais iniciativa, descobrindo o que não sabem, procurando que precisam para trabalhar no projeto e também aprendem a respeitar mais prazos estabelecer mais os prazos estabelecidos por colegas e tutores. Da mesma forma, a ABP pode tornar a aprendizagem mais dinâmica e prazerosa, compartilhada tanto por alunos como por docentes. Os alunos desenvolvem um apreço pelo estudo e conseqüentemente, a disposição para a aprendizagem autônoma por toda a vida. O ambiente de aprendizagem em ABP fomenta a camaradagem e o desenvolvimento de habilidades comunicativas e sociais. Isso ocorre devido ao trabalho em grupo, durante o qual os alunos aprendem a respeitar opiniões diversas e a construir consensos.

Tabela 7 - Verbalizações e considerações dos Professores (continua).....

Verbalizações e considerações feitas pelos professores
<p>Professor A:</p> <p><i>“Desde que haja um preparo e uma integração entre os professores para que atuem em conjunto, devido a ABP. O BIM é uma ferramenta. Na verdade poderiam ser coisas separadas. Se tivermos infraestrutura para aplicar o BIM, ótimo. A ABP não precisa de infra para aplicar, e sim de mudança filosófica. É possível adotar em separado, primeiro a ABP ou simultaneamente, desde que haja infraestrutura para aplicar o BIM também e preparo de professores, talvez revisão de matriz e coordenação. É mais complicado os dois juntos. Pode começar com a ABP em teste, experimental”.</i></p>
<p>Professor B:</p> <p><i>“É só uma questão de se definir que este vai ser o padrão de ensino e de utilização a ser seguido. Acho que esbarra em algumas dificuldades para implantação destas metodologias, mas precisam ser superadas. A integração por meio de BIM é uma demanda potencial, que ainda pode ter mais prazo. A ABP é mais urgente, uma necessidade maior, é mais transversal, abrange todas as áreas da engenharia. O BIM pode ser uma área de ênfase na engenharia, pois os especialistas ainda serão necessários, como um gerenciamento do empreendimento. Os conceitos são importantes de serem passados, se familiarizar com alguma plataforma. Os detalhes cada um vai se deparar nos detalhes da sua realidade”.</i></p> <p><i>“A dificuldade vai ser adaptar a ABP aos nossos currículos atuais, à metodologia de ensino do processo de ensino, vai exigir mais do professor e do aluno, muda as relações dentro da universidade. O aluno ‘dança conforme a música’. O professor precisa ter boa vontade e dedicação extra, se envolver se comprometer. Mudar isso no contexto dos professores do curso de engenharia civil vai reverberar nos demais cursos da UFES. Precisa ser algo mais institucional, dentro do CT, para ter mais força, pois vai impactar os demais cursos. Não existir outras resistências fora do curso, dentro da universidade. Numa Universidade Particular seria muito mais fácil”, conclui.</i></p>

Fonte: A autora.

Tabela 7 - Verbalizações e considerações dos Professores (continua).....

Verbalizações e considerações feitas pelos professores

Professor C:

“Eu e muitos colegas notamos a necessidade de reforma na maneira de ensinar o ensino superior. As aulas como são hoje, pouco estimulam o aluno a buscar o conhecimento por si só. Então eu acredito que a ABP e o BIM vão estimular a aprendizagem e formar profissionais mais capacitados na resolução de problemas, que é o objetivo dos 2 métodos e ferramentas”.

Professor D:

“Acho viável, sendo otimista. Porém devem ser considerados todos os investimentos necessários, que são muitos! Se tudo conspirar a favor, deve ser em longo prazo”.

Professor E:

“ABP, independente do BIM, pode ser aplicada em qualquer curso, para formar profissionais que estejam preparados para atuar e resolver problemas no mercado, aplicar conceitos de maneira prática, crítica, desenvolvimento oral. Vai treinar muito a capacidade do aluno de se expressar, de criticar, de saber usar o conhecimento ou se não tiver o conhecimento, ele vai ser capaz de buscar a informação. Já o BIM é o futuro dos projetos, visando reduzir as falhas e atrasos em obras, os problemas de execução por falta de visualização durante o planejamento dos projetos. Prever como tarefas podem impactar em outras. Para o engenheiro civil é fundamental, essencial dominar o BIM”.

Professor F:

“Os dois métodos são extremamente compatíveis, pois o BIM requer a multidisciplinaridade, trazida pela ABP, e vai ter que resolver os problemas gerados/trazidos no projeto. Vai acabar gerando a aplicação do método ABP. É tendência, não tem como recuar. Este é o perfil do aluno de hoje, que faz a busca de maneira ativa. Os 2 métodos são necessários e viáveis”.

Professor G:

“Viável e uma evolução, pois a ABP é um método interessante que estimula mais o nosso aluno, sai do método tradicional da universidade, os alunos precisam ser sacudidos! Fora do Brasil já é assim. Vai dar trabalho, e vai depender do professor estar engajado em ter mais trabalho, para ser viável. O BIM é uma ferramenta que veio pra ficar, foi uma necessidade do mercado. Evita erros de projetos. Espero que consiga.”

Professor H:

“Os dois métodos se complementam, já que envolvem resolução de problemas multidisciplinares e interdisciplinares e com a atual tendência, precisamos que o aluno consiga resolver problemas de forma rápida, pensar no problema, resolver de forma eficaz, sem depender tanto do professor. O BIM vai complementar a ABP. Mas vamos precisar de toda a infra que não temos.”

Professor I:

“Porque ambos (ABP e BIM) seriam bem vistos, bem recebidos pelos alunos e trazem facilidades para o aprendizado das disciplinas.”

Professor J:

“Para mudar a forma de ensino e colocar no mercado de trabalho profissionais habilitados e capacitados às necessidades reais da profissão.”

Tabela 7 - Verbalizações e considerações dos Professores (conclusão).

Verbalizações e considerações feitas pelos professores
<p>Professor K:</p> <p><i>“Temos que evoluir!”</i></p>
<p>Professor L:</p> <p><i>“Já estamos muito atrasados! Isto vai refletir diretamente nas nossas obras. Vai gerar uma melhoria contínua dos processos construtivos, na economia do país, de forma macro, porque os projetos vão chegar bem elaborados, detalhados, compatibilizados, prontos para serem orçados e executados. Hoje em dia os projetos vêm fragmentados e desatualizados, sem comunicação, retrabalhos, adendos, aditivos, custos. Ganho maior será na economia: projetos bem feitos e profissionais capacitados que podem ser estes projetos, com domínio do conhecimento para executar de forma eficiente, com menor custo”.</i></p>
<p>Professor M:</p> <p><i>“Acho muito ousado. Enquanto prepara o campo para o BIM, aplica a ABP. Acredito em duas etapas. BIM é apenas uma ferramenta, enquanto a ABP é realmente uma metodologia para resolver o problema.”</i></p>
<p>Professor N:</p> <p><i>“Uma coisa está associada à outra. A abordagem da ABP está muito ligada ao BIM, pois você apresenta o problema e o aluno vai buscar a solução utilizando a ferramenta. Sobre a ABP eu não vi muita aplicação direta nas minhas disciplinas, mas o BIM é muito interessante”.</i></p>

Fonte: A autora.

4.3. RECOMENDAÇÕES PARA INSERÇÃO DA ABP E BIM NO ENSINO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL DA UFES

A inserção de conteúdo específico direcionado para a formação de profissionais de engenharia civil preparados para o enfrentamento dos desafios propostos pelo mercado de trabalho depende, fundamentalmente, da definição de políticas pedagógicas de direcionamento das ações, sem a necessidade de modificações relevantes na matriz curricular vigente e com grande potencial de aceitação pelos alunos. Desta maneira, se propõe uma base de recomendações para a inclusão dos conceitos de BIM e ABP na formação acadêmica do engenheiro civil no curso de Engenharia Civil da UFES.

A maneira mais eficiente de abordar BIM na graduação é através da integração das disciplinas, pois permite uma formação mais abrangente e em um processo contínuo durante todo o curso. Para isso o método de ensino-aprendizagem Aprendizagem Baseada em Problema (ABP), é um meio adequado, já que as habilidades dos

discentes são desenvolvidas através da resolução de problemas, que promovem maior participação dos envolvidos.

A avaliação da matriz curricular existente do curso pode facilitar a inserção do tema na formação do aluno, sem necessariamente demandar uma alteração no currículo existente. Este pode ser um dos primeiros passos para introduzir BIM no curso. Outras questões deverão ser mudadas, em relação aos processos de ensino-aprendizagem usualmente adotados nas graduações em Engenharia Civil e áreas afins, como o desenvolvimento da autonomia do estudante, sua capacidade para trabalhar em equipes, liderar, sua pró-atividade, dentre outras competências necessárias a um profissional que utiliza o BIM.

Em relação aos métodos de ensino de BIM, a estratégia de inserção da Modelagem da Informação da Construção no currículo pode ser dividida em duas abordagens: a criação de novas disciplinas com o conteúdo específico de BIM ou sua introdução em diversas disciplinas existentes como recurso de auxílio ao entendimento. Em um curso de formação generalista, como a graduação em Engenharia Civil, dificilmente poderão ser criadas mais do que duas disciplinas específicas para tratar do tema BIM, e isto significa uma abordagem introdutória sobre a modelagem. Já a adoção integrada da modelagem em diferentes momentos da formação do aluno e em diversos componentes curriculares existentes, integrado a conteúdos usualmente trabalhados nos cursos, pode apresentar como desvantagem a necessidade de que um maior número de professores tenha uma ampla compreensão sobre o tema e sejam capazes de desenvolver o trabalho integrado, de forma a evitar que a aprendizagem seja fragmentada e pouco significativa. Em contrapartida, esta abordagem traz como vantagem a possibilidade dos estudantes trabalharem BIM em diferentes enfoques e aplicações, com professores de diversas áreas e em vários momentos de sua formação, possibilitando uma aprendizagem mais robusta.

Além da construção de conhecimentos e do desenvolvimento de habilidades, para se adquirir competência em determinada área, comportamentos e atitudes são também características importantes a serem aperfeiçoadas. A prática profissional do engenheiro requer, além do conhecimento disciplinar, a capacidade de trabalhar em equipe com pessoas de diferentes experiências profissionais e culturais, de se comunicar oralmente e por escrito, para entender os conceitos básicos de mercados e processos de negócio, de ser criativo e inovador, para conduzir à ética profissional

e responsabilidade social. Para obter esta formação, é necessário também um novo perfil de professores, com comportamentos mais flexíveis, que aceitem enfrentar estes novos desafios com dedicação e empenho, junto aos alunos e às instituições de ensino.

A colaboração entre os membros da equipe que lidam com o projeto da edificação é fundamental para a modelagem BIM e sem ela dificilmente poderá ser desenvolvido um modelo que possa ser útil nas diversas fases do seu ciclo de vida. Para trabalhar a colaboração, as escolas podem adotar o BIM em disciplina isoladas, o que acontece na maioria delas, promovendo a colaboração intracursos e interdisciplinar, ou através da colaboração à distância e, mais recentemente, a colaboração interníveis (alunos de diferentes anos do curso) e/ou transdisciplinar.

Devem ser adotados três estágios de implementação do BIM: os níveis introdutório, intermediário e avançado de adoção. No primeiro nível, a ênfase se encontra na modelagem paramétrica, voltada a uma fase do processo do empreendimento (projeto, construção ou operação). O segundo estágio objetiva o compartilhamento multidisciplinar do modelo e requer uma coordenação dos projetos, ou seja, os alunos trabalham com um mesmo modelo em até duas disciplinas. Na terceira etapa, a ênfase está no desenvolvimento compartilhado e colaborativo do modelo da edificação, envolvendo todas as fases do ciclo que forem consideradas e diferentes disciplinas da área de AEC, assim essas múltiplas disciplinas compartilhariam um mesmo modelo de forma integrada e compartilhada.

Deve ser seguida também uma divisão por níveis, na qual para cada nível de competência desejado será adquirido pelo aluno um nível de proficiência, dependente do conteúdo e tempo de estudo, baseado nas metodologias sugeridas por Barison e Santos (2011). Assim, tem-se o modelador BIM - que produz modelos simples de edifícios e residências, e consegue extrair quantidades, manipular o modelo e aprender os tipos de componentes básicos, adquirindo uma fundamentação em conceitos BIM; o analista BIM - que deve conhecer os conceitos de BIM, os fundamentos de projeto e materiais de construção para utilizar outras ferramentas BIM, as técnicas avançadas de modelagem e os sistemas do edifício, bem como explorar as funcionalidades de família na ferramenta BIM; e o gerente BIM - que já deve possuir conhecimento sobre métodos de construção, variadas

ferramentas e aplicativos BIM, e tecnologia de construção para aprender técnicas de BIM e processos relacionados.

A abordagem de ensino deve ser orientada para o processo, o que significa que a ênfase é colocada na compreensão do BIM como um novo processo de gestão da construção, bem como seus impactos sobre o sucesso do projeto. Como já foi dito anteriormente, BIM é não só uma tecnologia, como também uma metodologia. Dominar um ou mais programas não deve ser o foco da educação em universidades. Os alunos devem ser incentivados a compreender o papel do BIM em diferentes fases do projeto, para que eles saibam por que essa ferramenta é usada, como ela melhora o desempenho do projeto, e como ela pode ser melhorada.

Os discentes devem ter experiências de aprendizagem ativa, com incentivo da aprendizagem autodirigida e do pensamento crítico em todo o curso, como estabelece a metodologia ABP. Devem ser fornecidos aos alunos os conceitos fundamentais do BIM, o conhecimento para implementação BIM como um processo e como uma nova forma de pensar em todo o ciclo de vida do projeto, a experiência prática com os softwares BIM e a oportunidade de desenvolver a colaboração da equipe interdisciplinar e crítica, pensando por meio de projetos em grupo e trabalhos individuais.

Para fazer a seleção das disciplinas nas quais serão feitas intervenções, deve ser pensada uma sequência de aprendizagem, por parte dos alunos, de forma progressiva, linear e ascendente. As ferramentas de representação gráfica devem ser ensinadas simultaneamente ao embasamento conceitual do curso. No 1º e 2º semestres do curso, o objetivo é entender o que é engenharia e fazer a aproximação do aluno com o curso escolhido. A tecnologia BIM deve ser abordada de forma teórica e mais conceitual. A partir do 3º período, o aluno já começa a ter um contato maior com as disciplinas práticas como Análise Estrutural I, Elementos de Arquitetura e Mecânica dos Sólidos II. Nelas sugere-se a aplicação teórico-prática do BIM, pois já houve um embasamento teórico inicial, possibilitando nesta etapa adquirir maior domínio das ferramentas de representação para aplicar nos projetos desenvolvidos daí em diante.

Do 4º a 8º períodos, a aplicação deve ser fundamentalmente prática, tanto do domínio das ferramentas e do conceito BIM, quanto ao fazer-se uma associação dos conhecimentos teóricos adquiridos, sempre em constante evolução e buscando a

integração entre as disciplinas. Ao final do curso, no 9º e 10º períodos, são desenvolvidos os Projetos de Graduação I e II, cuja temática é livre e de escolha dos alunos. É desejável que o aluno opte por utilizar algumas das ferramentas BIM aprendidas conforme o tema escolhido para o desenvolvimento do trabalho. Nestes períodos finais, o aluno também estará no Estágio Obrigatório, no qual é desejável que sejam aplicados na prática os conceitos aprendidos na universidade.

Poderão ser criadas também duas novas disciplinas optativas: uma sobre BIM e outra sobre Projeto Integrado, visando à integração dos diversos tipos de projetos desenvolvidos ao longo do curso, preferencialmente a serem realizados em uma mesma edificação, visando à integração dos mesmos e criando um portfólio para os alunos. As duas disciplinas estariam voltadas para atender aos alunos que se interessem em aprofundar o conhecimento sobre a tecnologia na prática aplicada aos projetos e à resolução dos problemas, uma vez que a matriz curricular vigente não seria alterada, a princípio, pois comporta as modificações sugeridas nesta pesquisa. Somente após a instalação da comissão BIM e todas as análises feitas, é que deve ser avaliada a real necessidade de reestruturação ou revisão da matriz curricular vigente.

Com base nas metodologias adotadas por Ruschel, Andrade e Moraes (2013); Bissoli e Alvarez (2008); Checcucci (2014) devem ser estudadas todas as ementas das disciplinas obrigatórias do currículo vigente. Através da avaliação do conteúdo programático de todas as disciplinas obrigatórias, deve-se buscar estabelecer uma sequência de aprendizado progressivo do aluno (linear e ascendente), sobre as ferramentas de representação (sejam manuais, virtuais e BIM) e amadurecimento do conceito do curso de Engenharia Civil da UFES.

A partir da seleção das disciplinas nas quais se aplicariam o uso da ferramenta de modo prático (contato direto do aluno) e teórico (abordagem expositiva do professor), deve ser estabelecido também o nível de competência, referente ao BIM, desejado para o aluno no final da disciplina, havendo assim também, dados colaborativos para a análise de infraestrutura necessária à implantação da ferramenta BIM no currículo em questão. Com a revisão da literatura, é possível estabelecer como básico, intermediário e avançado os níveis de competências desejados. Sendo:

- Básico: adquirir conceitos e noções teóricas sobre a tecnologia BIM, como projetar com o BIM e como construir com o BIM.
- Intermediário: projetar com o BIM no nível de modelagens, criar *templates*, manipular famílias, gerar quantitativos, plotar, inserir texturas.
- Avançado: entender a compatibilização com outros softwares (como orçamento e banco de dados de ACV), analisar a sustentabilidade da edificação, criar famílias, adquirir noções de BIM na Infraestrutura, *Urban Canvas*, entre outros.

Questões relacionando BIM e outras etapas do ciclo de vida da edificação podem ser inseridas em diversos componentes curriculares deste curso, mas identificou-se a ausência de disciplinas que abordem especificamente as etapas de uso/manutenção, e demolição ou requalificação.

A aplicação do método de análise de currículos de cursos de graduação e verificação de sua interface com o paradigma BIM, proposto por Checcucci e Amorim (2014), deve ser realizada por uma equipe multidisciplinar, de preferência por professores do curso e que ministram as disciplinas no referido curso. Acredita-se que um profissional que tenha conhecimentos sólidos e abrangentes sobre o BIM pode assessorar a equipe, apontando possibilidades e formas de inserção do tema no percurso formativo dos alunos. Este método, além de evidenciar relações entre a matriz curricular e o paradigma BIM, permite que sejam identificadas lacunas e necessidades de criar componentes específicos para discutir determinados temas relacionados ao paradigma. O mesmo também pode ser aplicado a cursos novos, permitindo analisar o projeto de forma a auxiliar a formulação de um curso com maior interface com BIM desde sua origem, se este for o objetivo desejado.

Destaca-se a necessidade de fortalecer e ampliar o laboratório existente de BIM, o LABESBIM, visando atender à demanda futura de alunos durante as aulas e também para desenvolvimento de trabalhos fora da sala de aula. A formação e capacitação dos professores em BIM e ABP é essencial para viabilizar a inserção dessas tecnologias no curso em estudo. É importante fazer também uma relação das disciplinas com os “nDs” do BIM, visando a aplicação dos mesmos de forma prática no decorrer das disciplinas ofertadas.

A partir dos resultados obtidos no estudo de caso desenvolvido no curso de engenharia civil da UFES, com aplicação de questionários com alunos e entrevistas com professores, e baseados na revisão crítica da literatura, podem ser destacados os principais gargalos encontrados para implementação do BIM e da ABP no curso, assim como as ações necessárias para reduzir estes gargalos e contribuir para a viabilização desta implementação. Foram estimados também os prazos necessários para a resolução de cada gargalo, estando classificados em: curto, médio, médio/longo e longo prazo (Quadro 7).

Os prazos foram estimados a partir da revisão bibliográfica, associada aos resultados obtidos no estudo de caso e levando-se em consideração todas as etapas a serem cumpridas e as modificações e limitações de cada gargalo encontrado. Desta forma, estima-se como:

- Curto Prazo – período de 6 meses a 1 ano;
- Médio Prazo – período de 1 a 2 anos;
- Médio/Longo Prazo – período de 2 a 5 anos;
- Longo Prazo – período de 5 a 10 anos.

Quadro 7 – Resumo dos gargalos encontrados, ações a serem tomadas e os prazos estimados para implantação do BIM e ABP no curso de engenharia civil da UFES (continua).....

DIAGNÓSTICO x AÇÕES A SEREM TOMADAS x PRAZOS ESTIMADOS		
Gargalos para implementação do BIM e da ABP no curso de engenharia civil da UFES	Ações Necessárias	Classificação em relação ao prazo de implantação
<ul style="list-style-type: none"> Resistência de parte dos professores às novas metodologias de ensino, por demandarem uma mudança de comportamento, da forma que estão acostumados a trabalhar e a necessidade de aprender algo novo. 	<ul style="list-style-type: none"> Incentivo à superação das resistências e barreiras pessoais dos professores e coordenadores do curso, para viabilizar a implantação do BIM e da ABP no curso. Consultoria de especialistas em BIM e ABP para dar suporte aos professores e coordenadores do curso. Ressaltar os ganhos potenciais a serem obtidos através da ABP e do BIM, que justifiquem as mudanças a serem feitas. Trabalho motivacional junto aos docentes, através de seminários e palestras. Promover intercâmbio com universidades que já utilizam ABP e/ou BIM como metodologias de ensino. 	CURTO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> Pouco fomento de parcerias entre a universidade e o mercado de trabalho. 	<ul style="list-style-type: none"> Estímulo à formação de parcerias com empresas e indústrias do mercado AEC. Palestras e cursos na universidade. Geração e incremento dos programas de estágio. Trazer a prática do mercado e suas exigências para dentro da universidade. 	CURTO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> Professores não conhecem e não estão habituados a utilizar a ABP. 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitação de professores para o ensino com a metodologia ABP. 	CURTO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> Professores não conhecem e/ou não utilizam o BIM. 	<ul style="list-style-type: none"> Formação dos professores em BIM, através de treinamentos e capacitações. 	CURTO PRAZO

* Nota: Tempo estimado para cada prazo estabelecido

Curto Prazo – 6 meses a 1 ano;

Médio Prazo – 1 a 2 anos;

Médio/Longo Prazo – 2 a 5 anos;

Longo Prazo – 5 a 10 anos.

Fonte: A autora.

Quadro 7 – Resumo dos gargalos encontrados, ações a serem tomadas e os prazos estimados para implantação do BIM e ABP no curso de engenharia civil da UFES (continua).....

DIAGNÓSTICO x AÇÕES A SEREM TOMADAS x PRAZOS ESTIMADOS		
Gargalos para implementação do BIM e da ABP no curso de engenharia civil da UFES	Ações Necessárias	Classificação em relação ao prazo de implantação
<ul style="list-style-type: none"> • Não há consenso sobre quem deve definir os temas dos problemas a serem passados aos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de comissão BIM / ABP para definição dos problemas a serem passados aos alunos. • Consultoria de especialistas em BIM e ABP para dar suporte à Comissão criada. 	MÉDIO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de disciplinas que abordam especificamente as etapas de uso/manutenção e demolição ou requalificação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer relação do conteúdo das disciplinas com todos os nDs do BIM. • Realizar estudo e análise de todas as ementas das disciplinas obrigatórias do currículo vigente com base nas metodologias adotadas por Ruschel, Andrade e Morais (2013); Bissoli e Alvarez (2008); Checcucci e Amorim (2014). 	MÉDIO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade dos professores em trabalhar em equipes multidisciplinares. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realização de reuniões periódicas e sistemáticas entre os docentes das disciplinas envolvidas e também com a coordenação do curso. 	MÉDIO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade por parte do professor em monitorar, apoiar e avaliar todos os grupos e alunos individualmente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitação de professores para o ensino com a metodologia ABP. • Adoção de monitores durante as aulas para auxílio do professor. 	MÉDIO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade dos estudantes para trabalhar em grupo: seja em atividades de laboratório prático ou em atividades de sala de aula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os professores devem estimular os alunos a participar ativamente nas aulas e das atividades propostas. • É necessário que a metodologia ABP seja bem explicada aos alunos para que os mesmos possam colocá-la em prática, junto com os professores. • Ressaltar os ganhos potenciais a serem obtidos através da ABP e do BIM. 	MÉDIO PRAZO

* Nota: Tempo estimado para cada prazo estabelecido

Curto Prazo – 6 meses a 1 ano;

Médio Prazo – 1 a 2 anos;

Médio/Longo Prazo – 2 a 5 anos;

Longo Prazo – 5 a 10 anos.

Fonte: A autora.

Quadro 7 – Resumo dos gargalos encontrados, ações a serem tomadas e os prazos estimados para implantação do BIM e ABP no curso de engenharia civil da UFES (continua).....

DIAGNÓSTICO x AÇÕES A SEREM TOMADAS x PRAZOS ESTIMADOS		
Gargalos para implementação do BIM e da ABP no curso de engenharia civil da UFES	Ações Necessárias	Classificação em relação ao prazo de implantação
<ul style="list-style-type: none"> Falta de experiência dos discentes com a aprendizagem ativa, na qual há o incentivo da aprendizagem autodirigida e do pensamento crítico em todo o curso, como estabelece a metodologia ABP. 	<ul style="list-style-type: none"> Os professores devem estimular os alunos a participar ativamente nas aulas e das atividades propostas. É necessário que a metodologia ABP seja bem explicada aos alunos para que os mesmos possam colocá-la em prática, junto com os professores. Ressaltar os ganhos potenciais a serem obtidos através da ABP e do BIM. 	MÉDIO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> Desorientação do aluno durante o processo. 	<ul style="list-style-type: none"> É necessário que a metodologia ABP seja bem explicada aos alunos para que os mesmos possam colocá-la em prática, junto com os professores. 	MÉDIO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> Falta de experiência dos discentes com a aprendizagem ativa, na qual há o incentivo da aprendizagem autodirigida e do pensamento crítico em todo o curso, como estabelece a metodologia ABP. 	<ul style="list-style-type: none"> Os professores devem estimular os alunos a participar ativamente nas aulas e das atividades propostas. É necessário que a metodologia ABP seja bem explicada aos alunos para que os mesmos possam colocá-la em prática, junto com os professores. Ressaltar os ganhos potenciais a serem obtidos através da ABP e do BIM. 	MÉDIO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> Resistência dos estudantes às mudanças: sair da zona de conforto, visando à aquisição do conhecimento, pode gerar desconforto e requer uma postura proativa. 	<ul style="list-style-type: none"> Os professores devem estimular os alunos a participar ativamente nas aulas e das atividades propostas. É necessário que a metodologia ABP seja bem explicada aos alunos para que os mesmos possam colocá-la em prática, junto com os professores. Ressaltar os ganhos potenciais a serem obtidos através da ABP e do BIM. 	MÉDIO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> Necessidade de ampliação do corpo docente, revisão das matrizes curriculares ou mudanças nos planos de ensino das disciplinas. 	<ul style="list-style-type: none"> Serão devidamente avaliados pela equipe multidisciplinar, formada pelos professores que ministram as disciplinas envolvidas, a coordenação do curso e os especialistas BIM e ABP contratados (Comissão BIM / ABP). 	MÉDIO / LONGO PRAZO

* Nota: Tempo estimado para cada prazo estabelecido

Curto Prazo – 6 meses a 1 ano;

Médio Prazo – 1 a 2 anos;

Médio/Longo Prazo – 2 a 5 anos;

Longo Prazo – 5 a 10 anos.

Fonte: A autora.

Quadro 7 – Resumo dos gargalos encontrados, ações a serem tomadas e os prazos estimados para implantação do BIM e ABP no curso de engenharia civil da UFES (continua).....

DIAGNÓSTICO x AÇÕES A SEREM TOMADAS x PRAZOS ESTIMADOS		
Gargalos para implementação do BIM e da ABP no curso de engenharia civil da UFES	Ações Necessárias	Classificação em relação ao prazo de implantação
<ul style="list-style-type: none"> Necessidade de revisão ou modificação da estrutura curricular atual do curso, após estudos mais aprofundados. 	<ul style="list-style-type: none"> Estudar as possibilidades de usar BIM e ABP em cada disciplina. Estudo detalhado de ABP e BIM no Projeto de Graduação. É fundamental realizar trabalho colaborativo entre os professores para viabilizar a implantação de qualquer nova metodologia de ensino no curso de graduação. Realizar estudo e análise de todas as ementas das disciplinas obrigatórias do currículo vigente com base nas metodologias adotadas por Ruschel, Andrade e Morais (2013); Bissoli e Alvarez (2008); Checcucci e Amorim (2014). Deve ser realizada por uma equipe multidisciplinar, formada pelos professores que ministram as disciplinas envolvidas, a coordenação do curso e os especialistas BIM e ABP contratados (Comissão BIM / ABP). Criação de disciplinas optativas: uma sobre BIM e outra sobre Projeto Integrado, visando à integração dos diversos tipos de projetos desenvolvidos ao longo do curso. 	MÉDIO / LONGO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> Inexistência de laboratórios de informática com capacidade de atendimento às diversas disciplinas que são ofertadas simultaneamente. 	<ul style="list-style-type: none"> Investimentos necessários em infraestrutura, computadores, obras para criação de novos laboratórios de informática e ampliação do LABESBIM existente. 	LONGO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> Desconhecimento sobre os conceitos fundamentais do BIM: para a implementação do BIM como um processo e como uma nova forma de pensar em todo o ciclo de vida do projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar experiências práticas com os softwares BIM e a oportunidade de desenvolver a colaboração da equipe interdisciplinar e crítica, pensando por meio de projetos em grupo e trabalhos individuais. As diferentes disciplinas devem compartilhar um mesmo modelo BIM de trabalho, de forma integrada e compartilhada. Estabelecer os níveis de competência, referente ao BIM, desejados para o aluno no final de cada disciplina. 	LONGO PRAZO

* Nota: Tempo estimado para cada prazo estabelecido
 Curto Prazo – 6 meses a 1 ano; Médio Prazo – 1 a 2 anos;
 Médio/Longo Prazo – 2 a 5 anos; Longo Prazo – 5 a 10 anos.

Fonte: A autora.

Quadro 7 – Resumo dos gargalos encontrados, ações a serem tomadas e os prazos estimados para implantação do BIM e ABP no curso de engenharia civil da UFES (conclusão).

DIAGNÓSTICO x AÇÕES A SEREM TOMADAS x PRAZOS ESTIMADOS		
Gargalos para implementação do BIM e da ABP no curso de engenharia civil da UFES	Ações Necessárias	Classificação em relação ao prazo de implantação
<ul style="list-style-type: none"> Falta de integração das disciplinas, visando uma formação mais abrangente e em um processo contínuo durante todo o curso. 	<ul style="list-style-type: none"> Promover a integração das disciplinas, através da ABP e do BIM, durante todo o curso. Promover um alto grau de integração entre disciplinas, além de estimular a colaboração entre os docentes. Prever reuniões de coordenação e planejamento, além de horários comuns para que os professores possam trabalhar em componentes curriculares multidisciplinares. 	LONGO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> O laboratório existente de BIM, o LABESBIM, é pequeno e não conseguirá atender à demanda futura de alunos durante as aulas e também para desenvolvimento de trabalhos fora da sala de aula. 	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer e ampliar o laboratório existente de BIM, o LABESBIM, visando atender à demanda futura de alunos durante as aulas e também para desenvolvimento de trabalhos fora da sala de aula. 	LONGO PRAZO

* Nota: Tempo estimado para cada prazo estabelecido

Curto Prazo – 6 meses a 1 ano;

Médio Prazo – 1 a 2 anos;

Médio/Longo Prazo – 2 a 5 anos;

Longo Prazo – 5 a 10 anos.

Fonte: A autora.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

“Algo só é impossível até que alguém duvide e acabe provando o contrário.”

Albert Einstein

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. CONCLUSÕES DE CARÁTER GERAL

A Modelagem da Informação da Construção (BIM) é um paradigma relativamente recente que engloba a expressão gráfica e o gerenciamento de projeto da construção em um mesmo ambiente virtual. A implementação do ensino da Modelagem da Informação da Construção no ambiente acadêmico visa prover a base necessária para a formação de profissionais que incentivem a utilização do BIM e atendam aos requisitos das empresas e do mercado que utilizam essa metodologia.

Através das estratégias de ensino apresentadas para inserção da Modelagem da Informação nos cursos de graduação, foi identificado que o conteúdo poderia ser abordado na forma de disciplina específica do BIM ou como recurso utilizado em outras disciplinas. Além disso, a introdução do paradigma no currículo da graduação pode ser feito em diferentes níveis de complexidades (introdutório, intermediário e avançado).

A inserção de conteúdo específico direcionado para a formação de profissionais de engenharia civil preparados para o enfrentamento dos desafios propostos pelo mercado de trabalho depende, fundamentalmente, da definição de políticas pedagógicas de direcionamento das ações, sem a necessidade de modificações relevantes na matriz curricular vigente e com grande potencial de aceitação pelos alunos. Desta maneira, foram propostas recomendações para a inclusão dos conceitos de BIM e ABP na formação acadêmica do engenheiro civil no curso de Engenharia Civil da UFES.

A maneira mais eficiente de abordar BIM na graduação é através da integração das disciplinas, pois permite uma formação mais abrangente e em um processo contínuo durante todo o curso. Para isso o método de ensino-aprendizagem Aprendizagem Baseada em Problema (ABP), é um meio adequado, já que as habilidades dos discentes são desenvolvidas através da resolução de problemas, que promovem maior participação dos envolvidos.

Além da construção de conhecimentos e do desenvolvimento de habilidades, para se adquirir competência em determinada área, comportamentos e atitudes são também características importantes a serem aperfeiçoadas. Para obter esta formação, é necessário também um novo perfil de professores, com comportamentos mais flexíveis, que aceitem enfrentar estes novos desafios com dedicação e empenho, junto aos alunos e às instituições de ensino.

A aplicação do método de análise de currículos de cursos de graduação e verificação de sua interface com o paradigma BIM, proposto por Checcucci e Amorim (2014), deve ser realizada por uma equipe multidisciplinar, de preferência por professores do curso e que ministram as disciplinas no referido curso. Acredita-se que um profissional que tenha conhecimentos sólidos e abrangentes sobre o BIM pode assessorar a equipe, apontando possibilidades e formas de inserção do tema no percurso formativo dos alunos. A matriz curricular vigente não seria alterada, a princípio, pois comporta as modificações sugeridas nesta pesquisa. Somente após a instalação da comissão BIM e todas as análises feitas, é que deve ser avaliada a real necessidade de reestruturação ou revisão da matriz curricular vigente.

5.2. CONCLUSÕES RELATIVAS ÀS PERCEPÇÕES DOS DISCENTES E DOS PROFESSORES

Para o atendimento ao objetivo principal desta pesquisa, que é identificar a percepção dos alunos e professores do curso de engenharia civil da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em relação à possibilidade de incluir novas metodologias como BIM e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na formação acadêmica do engenheiro civil e propor recomendações para implementação de novas metodologias de ensino-aprendizagem no curso, foi desenvolvido um estudo de caso no curso de engenharia civil da UFES, com aplicação de questionários com alunos e entrevistas com professores. No estudo de caso, foram contemplados os objetivos específicos da pesquisa.

Ao aplicar os questionários com os alunos do curso de engenharia civil, visa-se obter sua percepção a respeito curso; o conhecimento que possuem sobre BIM e sobre ABP, além da possibilidade de implantação destas metodologias no curso em estudo. Desta forma, responde-se a pergunta que se coloca na pesquisa: “Qual a

percepção dos alunos do curso de engenharia civil da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em relação à possibilidade de incluir novas metodologias como BIM e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na formação acadêmica do engenheiro civil?”. Os resultados obtidos através dos questionários indicam que há grande interesse e receptividade por parte dos alunos à prática do BIM no curso. Analisando a verbalização e comentários escritos pelos discentes, pode-se afirmar que os mesmos gostariam que este tema fosse inserido no currículo regular do curso de engenharia civil, o que ratifica a importância desta pesquisa. Em contrapartida, a maior parte dos alunos questionados afirma que não conhecem ou ainda não utilizam o BIM. As causas mais citadas foram: o fato de não terem aprendido este conhecimento na faculdade; ainda não terem precisado utilizá-lo nos trabalhos das disciplinas; o desconhecimento sobre o assunto e a falta de incentivo por parte dos professores.

A partir da verbalização de alguns alunos ao responderem aos questionários, observa-se que os mesmos poderão se mostrar resistentes às mudanças. Ao serem desafiados, para a aquisição do conhecimento, é requerida uma postura proativa por parte do aluno, o que pode causar desconforto. As maiores vantagens de se utilizar o método da ABP poderão ser constatadas com a evolução profissional do egresso, especialmente as características ligadas à autonomia, ao autodidatismo e ao desenvolvimento de uma postura profissional de base científica.

Ao analisar os resultados das entrevistas realizadas com os professores, visa-se traçar um perfil dos mesmos; obter o nível de conhecimento dos mesmos sobre o BIM e ABP; sua percepção e aceitação em relação ao BIM e ABP no curso em estudo, além de destacar as possíveis limitações e resistências encontradas. Assim, responde-se a pergunta: “Qual a percepção dos professores do curso de engenharia civil da UFES, em relação à possibilidade de incluir novas metodologias como BIM e ABP na formação acadêmica do engenheiro civil?”. Algumas ponderações podem ser feitas a partir dos resultados obtidos das entrevistas com os professores. A adoção da ABP obriga os alunos a trabalharem no ritmo do grupo e pode ser frustrante para os alunos que apresentem alguma dificuldade, trabalhar desta forma. Em relação ao trabalho docente, algumas limitações podem ser: a impossibilidade de trabalhar todos os conteúdos por meio de projetos; a dificuldade de motivar os alunos a aprenderem as matérias básicas, que não fazem parte do projeto, mas

servem como suporte; o fato do trabalho ser em grupo, que pode dificultar a avaliação do desempenho individual. Alunos individualistas, competitivos e introvertidos podem não se adaptar à natureza participativa e colaborativa deste método e também o aluno terá que aumentar o tempo de dedicação ao estudo, principalmente no que se refere às implementações parciais de ABP. Esse aumento de demanda do tempo também é um fator complicador para os docentes, pois esses acabam tendo menos tempo para se dedicarem a atividades acadêmicas mais valorizadas.

Após analisar e correlacionar a fundamentação teórica com a percepção de alunos e professores, quanto à possibilidade de incluir BIM e ABP no curso de engenharia civil da UFES, propõe-se uma base de recomendações para implementação de novas metodologias de ensino-aprendizagem no curso de engenharia civil. São respondidas, desta forma, às duas últimas questões que se colocam nesta pesquisa: “A matriz curricular vigente do curso de engenharia civil da UFES comporta a inclusão de novas metodologias de ensino, como BIM e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)?” e “Quais ações são necessárias para implantar BIM e ABP no curso de engenharia civil da UFES, mantendo a matriz curricular vigente?”.

A partir dos resultados obtidos no estudo de caso, foram destacados os principais gargalos encontrados para implementação do BIM e da ABP no curso, assim como as ações necessárias para reduzir estes gargalos e contribuir para a viabilização desta implementação. Foram estimados também os prazos necessários para a resolução de cada gargalo, estando classificados em: curto, médio, médio/longo e longo prazo.

É importante considerar que os resultados obtidos para a UFES podem, com as devidas adaptações, serem aplicados também para os cursos de engenharia civil de outras instituições de ensino superior (IES), desde que possuam currículos alicerçados nas diretrizes curriculares propostas pelo Ministério da Educação (MEC). Cada curso ou instituição deve buscar inserir BIM e ABP nos seus processos de ensino-aprendizagem a partir do seu contexto particular, considerando os recursos que possui e os objetivos traçados, e ainda, que se estabeleça o planejamento para esta adoção, com etapas e prazos bem definidos. Pode-se afirmar também que a formação e capacitação dos professores em BIM e ABP é essencial para viabilizar a inserção dessas tecnologias no curso em estudo.

Finalmente, percebe-se que existe ainda um longo caminho para a efetiva adoção e consolidação da modelagem da informação da construção nos cursos relacionados ao setor da Construção Civil. No entanto, acredita-se que é possível que cada curso dê os primeiros passos para sua atualização, com vistas a introduzir o paradigma BIM, em um processo que certamente deverá ocorrer de forma incremental e em diferentes etapas. Percebe-se que é possível implantar primeiramente a ABP no curso, devido a menor demanda de investimentos em recursos demandados, e, em uma segunda etapa, implantar o BIM.

5.3. PROPOSTAS PARA FUTURAS PESQUISAS

Sugere-se para trabalhos futuros:

- Aprimoramento das recomendações para implementação de novas metodologias de ensino-aprendizagem no curso de engenharia civil, bem como o detalhamento das ações a serem tomadas e a possível revisão dos prazos estabelecidos em caráter preliminar, ao longo de sua aplicação.
- Análise da matriz curricular do curso de graduação em engenharia civil e verificação de sua interface com o paradigma BIM, conforme proposto por Checcucci e Amorim (2014). A ser realizada por uma equipe multidisciplinar, composta por professores do curso (que ministram as disciplinas) e um profissional que tenha conhecimentos sólidos e abrangentes sobre o BIM para assessorar a equipe.
- Desenvolver testes em disciplinas selecionadas para aplicação da ABP e BIM em nível experimental por um ou dois semestres, seguidas de avaliação dos resultados obtidos para tomada de futuras decisões definitivas.

REFERÊNCIAS

“A grandeza de um homem não está no quanto ele sabe, mas no quanto ele tem consciência que não sabe”.

Augusto Cury

REFERÊNCIAS

- ABBAS; DIN; FAROOQUI. Integration of BIM in construction management education: an overview of Pakistani Engineering universities. **Procedia Engineering**. 2016, 145, p. 151-157.
- AGUILAR-MOLINA; AZEVEDO JÚNIOR. Formação em engenharia civil: desafios para o currículo na UFJF. In: COBENGE 2014. **Anais...** Juiz de Fora: 2014.
- AGUILAR-MOLINA, M. L.; AZEVEDO JUNIOR, W. O ensino/aprendizado do BIM no curso de engenharia civil da UFJF. In: VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção - TIC2015. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC; São Paulo: Blucher, 2015, p. 589-599.
- ANDERSSON, N.; ANDERSSON, P. H. Building Information Modeling in engineering teaching – retaining the contexto of engineering knowledge and skills. In: CIB W78, 27., 2010. **Proceedings...** Cairo: Virginia Tech, 2010. Disponível em: <<http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB22193.pdf>>. Acesso em: 24 de setembro de 2017.
- ANSARI, M. T.; RAHMAN, S. A.; BADGUJAR, V. B.; SAMI, F.; ABDULLAH, M. S. Problem Based Learning (PBL): A Novel and Effective Tool of Teaching and Learning. **Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research**, vol 49, Issue 4, Oct-Dec, 2015. Disponível em: <https://www.ijper.org/sites/default/files/10.5530.ijper_.49.4.3_0.pdf>. Acesso em: março/2017.
- BARISON. **Introdução de BIM no currículo – uma contribuição para a formação do projetista**. Tese de doutorado – Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2015.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. BIM teaching strategies: an overview of the current approaches. In: International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, 2010, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: Nottingham University Press, 2010. Disponível em: <<http://www.engineering.nottingham.ac.uk/icccbep/ceedings/pdf/pf289.pdf>>. Acesso em: 24 de junho de 2017.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Review and Analysis of Current Strategies for Planning a BIM Curriculum. In: CIB W78 2010: 27th International Conference, 2010b, Cairo. **Proceedings...** Cairo: Blacksburg, VA, Virginia Tech, 2010. P. 1-10. Disponível em: <<http://itc.scix.nt/data/works/att/w78-2010-83.pdf>>. Acesso em: 24 de junho de 2017.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Tendências atuais para o ensino de bim. In: Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, TIC, 5., 2011, Salvador. **Anais...** Salvador, 2011. 10p.

BARISON; SANTOS. Ferramenta para planejamento de disciplina BIM. In: XV ENTAC. Maceió, 2014.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Ensino de BIM: tendências atuais no cenário internacional. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Carlos, v. 6, n. 2, p. 67-80, dez. 2011b. Disponível em:

<<http://www.iau.usp.br/posgrad/gestaodeprojetos/index.php/gestaodeprojetos/article/view/218/244>>. Acesso em: 24 de setembro de 2017.

BASRI; Z.; BASRI; S. Introduction to environmental engineering: a Problem-Based Learning approach to enhance environmental awareness among civil engineering students. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, 60, p. 36-41. Malásia, 2012.

BASTO, P. E. ; LORDSLEEM JUNIOR, A. C. O ensino de BIM em curso de graduação em engenharia civil em uma universidade dos EUA: estudo de caso. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 45-61, out./dez. 2016. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000400104>>. Acesso em 24 de agosto de 2017.

BECERIK-GERBER, B.; GERBER, D.; KU, K. The pace of technological innovation in Architecture, Engineering and Construction education: integrating recent trends into the curricula. **Electronic Journal of Information Technology in construction**, 16, 2011, p. 411-432.

BISSOLI, M.; ALVAREZ, C.E. A inserção dos conceitos de sustentabilidade no ensino de arquitetura: experiências na Universidade Federal do Espírito Santo. In: Encontro Latino Americano de Universidades Sustentáveis, ELAUS, 1. 2008, Barcelona. **Anais...** Barcelona, 2008. 10p.

BORGES, M.C., CHACHA, S.G.F., QUINTANA, S.M., FREITAS, I.C.C., RODRIGUES, M.L.V. Aprendizado baseado em problemas. In simpósio: **Tópicos fundamentais para a formação e o desenvolvimento docente para professores dos cursos da área da saúde**, Capítulo VIII, v. 47 (3). Ribeirão Preto: 2014, p. 301-307. Disponível em: <http://revista.fmrp.usp.br/2014/vol47n3/8_Aprendizado-baseado-em-problemas.pdf>. Acesso em: 30 de setembro de 2015.

BYNUM, P.; ISSA, R.; OLBINA, S. Building Information Modeling in Support of Sustainable Design and Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 1, 2013. p. 24-34.

CALMON, CAVALCANTE e SALUME. Abordagem do BIM Na Produção Científica Brasileira: Uma Pesquisa Bibliométrica. In: SBE16 Brazil & Portugal Sustainable Urban Communities Towards A Nearly Zero Impact Built Environment. **Anais...** Vitória, 2016.

CASALE. **Aprendizagem Baseada em Problemas – desenvolvimento de competências para o ensino em engenharia**. Tese de doutorado no DEP - Escola de Engenharia de São Carlos. USP: São Paulo, 2013.

CATELANI, W. S.; SANTOS, E. T. Normas brasileiras sobre BIM. **Concreto & Construções**, 85ª edição, jan-mar 2017, p. 54-59. Disponível em: <<http://www.makebim.com/wp-content/uploads/2017/05/NORMAS-BIM-BRASIL.pdf>>. Acesso em: 10 de setembro de 2017.

CHECCUCCI; AMORIM. **O Paradigma BIM: Competências Necessárias Para Sua Inserção Em Cursos De Engenharia Civil**. Capítulo De Livro-Relatório, Rede Bim Brasil, Capes- Pro-Engenharias 2008-2013. Livro: Modelagem Da Informação Da Construção: Uma Experiência Brasileira Em Bim. 2013.

CHECCUCCI; PEREIRA; AMORIM. Uma visão da difusão e apropriação do paradigma BIM no Brasil – TIC 2011. **Gestão e Tecnologia de Projetos**. São Paulo, v. 8, n. 1, p. 19-39, Jan-Jun. 2013.

CHECCUCCI; AMORIM. Identificando interfaces entre BIM e a matriz curricular de cursos de engenharia civil. In: III Simpósio Brasileiro De Qualidade Do Projeto No Ambiente Construído, VI Encontro De Tecnologia De Informação E Comunicação Na Construção. **Anais...** Campinas, 2013.

CHECCUCCI. Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em arquitetura e engenharia civil. IN: III ENANPARQ Encontro Da Associação Nacional De Pesquisa E Pós-Graduação Em Arquitetura E Urbanismo. **Anais...** São Paulo, 2014.

CHECCUCCI; PEREIRA; AMORIM. Modelagem da informação da construção (BIM) no ensino de arquitetura. IN: XVII SIGRADI Conference Of The Iberoamerican Society Of Digital Graphics: Knowledge-Based Design. **Anais...** São Paulo, 2014.

CHECCUCCI. **Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Engenharia Civil e o papel da Expressão Gráfica neste contexto**. Tese (Doutorado Multi-Institucional e Multidisciplinar Em Difusão Do Conhecimento) – Universidade Federal Da Bahia. Faculdade De Educação. Salvador, 2014.

CHECCUCCI; AMORIM. Método para análise de componentes curriculares: identificando interfaces entre um curso de graduação e BIM. **PARC: Pesquisa Em Arquitetura E Construção**, v.5. São Paulo, 2014.

CHECCUCCI, E. S. Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em arquitetura e engenharia civil. In: Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, ENANPARQ, 3., 2014, São Paulo. **Anais...**, São Paulo, 2014. 13p.

CHECCUCCI, E. S.; AMORIM, A. L.. Método para análise de componentes curriculares: identificando interfaces entre um curso de graduação e BIM. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 6-17, jan./jun. 2014.

CHECCUCCI, E. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Ensino de Arquitetura. In: Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics: Knowledge-Based Design, 17, 2014, São Paulo. **Anais...**, São Paulo, 2014. p. 307-311.

Decreto Dsn 14473 de 05/06/2017. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Dsn/Dsn14473.htm>. Acesso em 17/09/2017.

DELATORRE, V. Potencialidades e limites do BIM no ensino de arquitetura: uma proposta de implementação. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal De Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2014. 292 p.

DELATORRE, V.; CYBIS, A.T.C. BIM no currículo de Arquitetura: Visões e reflexões para uma implementação. **Blucher Design Proceedings**, v. 1, n. 8, 2014. ISSN: 2318-6968. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/sigradi2014/0075.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014, 483p.

ESCRIVÃO FILHO, E.; RIBEIRO, L.R.C. Aprendendo com PBL – Aprendizagem Baseada em Problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC-USP. In: **Minerva**, 6 (1): 23-30, 2009.

FERREIRA; FERREIRA. Introdução do conceito de modelagem da informação da construção apoiado na abordagem Project Based Learning. In: XVI ENTAC - Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído. **Anais...** São Paulo, 2016.

FLORIO, W. Contribuições do *Building Information Modeling* no processo de projeto em arquitetura. In: Encontro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil, 3., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2007.

FORGUES; STAUB-FRENCH; FARAH. **Teaching building design and construction engineering. Are we ready for the paradigm shift?** In: Canadian engineering education

association second annual conference, St. John's, Newfoundland. Canadá, 2011, june 6-8, 6p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5a ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GODOY, V.; CARDOSO, C.; BORGES, M. BIM: desafios para um conceito em construção no ensino de arquitetura e engenharia. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 41., Gramado, 2013. **Anais...** Gramado: COBENGE, 2013.

KYMMELL, W. Building information modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations. New York: Mc Graw Hill, 2008. LANE COMMUNITY COLLEGE. DRF 220. **Course outline: Building Information Modeling**. 2007.

LINO, J. C.; AZENHA, M.; LOURENÇO, P. Integração da Metodologia BIM na Engenharia de Estruturas. In: Encontro Nacional Betão Estrutural - BE2012, FEUP, 2012. Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/~be2012/Indice/BE2012/pdf-files/076_Artigo.pdf>. Acesso em: out. 2016.

LUO; WU. Sustainable design with BIM facilitation in Project-Based Learning. **Procedia Engineering**. Califórnia: 2015. 118, p.819-826.

MACHADO; RUSCHEL; SCHEER. Análise bibliométrica da produção brasileira de artigos científicos na área de BIM. In: XVI ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais...** São Paulo, 2016.

MANZIONE, L. **COBie para projetistas**. São Paulo. 2015. Disponível em <www.coordenar.com.br/cobie-para-projetistas/>. Acesso em: 15 out. de 2016.

MARITAN, F. **BIM 3D, 4D, 5D, 6D**. São Paulo. 2015. Disponível em <www.bimrevit.com/2015/05/bim-3d-4d-5d-e-6d.html>. Acesso em: 15 out. de 2016.

MARQUES, A.C., BASTOS, L.E.G., BONNEAUD, F. Análise ambiental da envoltória do edifício: Diálogo com o Sistema BIM. In: EURO ELECS, **Anais...** Guimarães, Portugal, 2015.

MENEZES, A. M.; VIANA, M. L. S.; PEREIRA JÚNIOR, M. L.; PALHARES, S. R. O impacto da Tecnologia BIM no ensino de projetos de edificações. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, XL COBENGE, 2012. Belém. **Anais...**, Brasília, 2012. 7p.

Ministério da Educação e Cultura - MEC. **Diretrizes Curriculares nacionais para os cursos de engenharia**. Disponível em: <portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: 24 de setembro de 2017.

MOHD-YUSOF; HASSAN; JAMALUDIN; HARUN. **Cooperative Problem-based Learning (CPBL) – A practical PBL model for engineering courses**. In: 2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). Malásia: 2011, p. 366.

NEVES. **Desenvolvimento de competências de gerentes intermediários na construção civil através da adaptação da aprendizagem baseada em problemas – ABP**. Tese de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRS. UFRS: Porto Alegre, 2006.

OSMAN. **Ready or not: students with self-directed learning?** Journal of Engineering Science and Technology and Special Issue on UKM Teaching and Learning Congress 2013. Malásia: Junho, 2015.

PARCHEN, M. F. R.; SCHEER, S; PARCHEN, C. F. A. Contextualização do ensino-aprendizagem na disciplina de construção civil articulada em ambiente virtual de aprendizagem colaborativo. *Da Vinci*, Curitiba, v. 4, n.1, p. 169-190, 2007. Acesso em: Agosto/2017.

PEREIRA, P.; RIBEIRO, R. A Inserção do BIM no Curso de Graduação em Engenharia Civil. In: Congresso Brasileiro De Educação Em Engenharia, 42., Juiz de Fora, 2014. **Anais...** Juiz de Fora: Cobenge, 2014.

RABBI, L.; CALMON, J. L.; CONDE, K. Uso da tecnologia BIM no ensino de arquitetura e urbanismo da UFES-ES. Uso da tecnologia BIM no ensino de arquitetura e urbanismo da UFES-ES. In: XVI ENTAC - Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído. **Anais...** São Paulo, 2016.

RABBI, L.; CALMON, J. L.; CONDE, K. Aplicação de novas metodologias no curso de engenharia civil da UFES. In: SBE16 Brazil & Portugal Sustainable Urban Communities Towards - A Nearly Zero Impact Built Environment. **Anais...** Vitória: 2016.

ROMCY, N. M. S; CARDOSO, D. R.; MIRANDA, N. M. BIM e Ensino: Experiência acadêmica realizada na Universidade Federal do Ceará. In: Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, 3.; Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 6.,2013, Campinas. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2013.

RUSCHEL. O ensino de BIM: exemplos de implantação em cursos de engenharia e arquitetura. IN: TIC 2011 - V Encontro de tecnologia de informação e comunicação na construção civil. **Anais...** Salvador, 2011.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; MORAIS, M. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, abr./jun. 2013. ISSN 1678-8621. p. 151-165.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X; SALES, A. A.; MORAIS, M. O ensino de BIM: exemplos de implantação em cursos de Engenharia e Arquitetura. In: Encontro Nacional de

Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil, 5., 2011. Salvador. **Anais...**, Salvador: LCAD/PPGAU-UFBA, 2011. 10p.

SABONGI, F. The Integration of BIM in the Undergraduate Curriculum: an analysis of undergraduate courses. In: ANNUAL CONFERENCE OF ASC, ASSOCIATED SCHOOL OF CONSTRUCTION, 45., Florida, 2009. **Proceedings...** Florida: Gainesville, 2009.

SACKS, R.; PIKAS, E. Building Information Modeling Education for Construction Engineering and Management: I, Industry requirements state of the art, and gap analysis. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 11, nov. 2013.

SACKS, R.; BARAK, R. Teaching Building Information Modeling as an Integral Part of Freshman Year Civil Engineering Education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**. ASCE, v. 136, n. 1, 2010. p. 30-38. ISSN: 1052-3928. Disponível em: <[http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000003](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000003)>. Acesso em: 15 jun. 2016.

SALGADO, M.S. CUNHA, M. A. B. DUARTE, T. M. P.. Desenvolvimento de projetos sustentáveis usando a plataforma BIM: estudo de caso na Cidade do Rio de Janeiro In: Euro Elecs Latin American And European Conference On Sustainable Buildings, 2015, Guimarães. **Proceedings ...**, Portugal: ANTAC, jul. 2015. v. 2, p. 1501-1511. Disponível em: <http://civil.uminho.pt/Euro-ELECS-2015/files/Euro-ELECS_2015-Proceedings_Vol2.pdf>. Acesso em: out. 2016.

SALGADO, B. J. C.; POMP, D. V.; RIBEIRO, S. E. C. A divulgação do conceito BIM no meio acadêmico e o processo de incorporação pelas universidades e centros universitários de Belo Horizonte. **Construindo**, Belo Horizonte, v.6, n. 1, jan./jun. 2014. ISSN 2175-7143. p. 7-11.

SANTOS, Glauber Eduardo de Oliveira. *Cálculo amostral*: calculadora on-line. Disponível em: <<http://www.calculoamostral.vai.la>>. Acesso em: set/2016.

SANTOS, FERREIRA, CORRÊA, LEITE e BARISON. Relato de experiência de ensino de BIM em disciplina introdutória de curso de engenharia civil. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2016. **Anais...** São Paulo: XVI ENTAC, 2016.

SHINDE; INAMDAR. PBL for engineering education in India: need and recommendations. **Springer Science Business Media New York**, 2013.

SOUZA, L.; AMORIM, S.; LYRIO, A. Impactos do Uso do BIM em Escritórios de Arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 26-53, nov. 2009.

TAYLOR, J.M., LIU, J.; HEIN, M.F. Integration of Building Information Modeling into an ACCE (Accredit construction management curriculum). In: ASC Annual International Conference Associated Schools of Construction, 44, Auburn, AL, USA. 2008. **Anais...** Colorado, USA, 2008. Disponível em: <<http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2008/paper/CEUE246002008.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2016. 10p.

Universidade Federal do Espírito Santo, UFES. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil**. Vitória: 2007.

Universidade Federal do Espírito Santo, UFES. 2016. Disponível em: <http://proplan.ufes.br/sites/proplan.ufes.br/files/field/anexo/indicadoresdedesempenho_-_2016.pdf>. Acesso em: dezembro/2017.

WANG, L.; LEITE, F. Process-Oriented Approach of Teaching Building Information Modeling in Construction Management. **Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice**. ASCE, v. 140, n. 4, 2014. ISSN: 1052-3928. Disponível em: <[http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000203](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000203)>. Acesso em: 15 jun. 2016.

WU, W.; ISSA, R. R. A. Key issues in workforce planning and adaptation strategies for BIM implementation in construction Industry. In: Construction Research Congress 2014. **Proceedings...** Atlanta, GA, Mai. 2014, p. 847-856.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

APÊNDICES

“A dúvida é o princípio da sabedoria.”

Aristóteles

Apêndice A – Modelo de questionário aplicado com alunos do curso de engenharia civil da UFES

Descreva um exemplo de como isso acontece.

6. Você acredita que cabe a Universidade promover o ensino de softwares BIM para alunos?

() sim () não

Sobre o curso de engenharia civil – Aprendizagem baseada em problemas

7. Existe alguma integração entre a(s) disciplina(s) que você está cursando?

() sim () não

Quais disciplinas?

Que tipo de integração?

8. Você acha viável a integração entre as disciplinas onde um grupo de alunos faça um mesmo projeto (solução de um problema) abrangendo diferentes disciplinas?

() sim () não

9. Quais aspectos você acredita que podem ser negativos no desenvolvimento de projetos que envolvem diferentes disciplinas?

() sobrecarregar alguns alunos do grupo de trabalho

() habilidade para se trabalhar em grupo

() o aluno pode se sentir sem orientação frente à quantidade/diversidade de informações

() habilidade dos alunos para se adaptar a uma nova dinâmica de ensino/aprendizagem

() outros

10. Comentários

Apêndice B – Roteiro das entrevistas feitas aos professores do curso de engenharia civil da UFES



Roteiro de entrevista com professores da engenharia civil

Objetivo: Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil

Nome do Professor:	
Formação e instituição (Graduação e Pós-graduação) - local e ano:	
Idade:	Ano de ingresso na UFES:
Experiência de trabalho anterior:	
Disciplinas que já ministrou na graduação em engenharia civil:	
Disciplinas que ministra no atual período na graduação em engenharia civil (2016/2):	

Bloco 1 - APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)

- O que você entende como Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)?

- Classifique a(s) alternativa(s) abaixo em relação à aplicação de ABP no curso de engenharia civil:

Método ABP	Dispensável	Importante	Essencial
Os problemas são passados aos alunos antes da aula expositiva ou encontro ou palestra. Isto é diferente do método de ensino convencional, onde os problemas são dados para os alunos no final de cada seção que está sendo ensinada na sala de aula.			
O processo de aprendizagem proposto pela ABP exige que todos os alunos participem ativamente na sala de aula.			
Os alunos são colocados em cenários de projetos realistas que enfrentam a análise e resolução de problemas reais.			
Novas formas de pesquisa: não apenas livros, mas também websites, revistas, jornais e entrevistas.			
Os alunos vão resolver o problema com base nas informações e conhecimento que foram obtidos a partir de suas pesquisas.			
Avaliação não apenas do resultado como também da satisfação dos alunos.			
Trabalhos propostos a pequenos grupos de alunos de um mesmo período envolvendo diferentes disciplinas/assuntos estudados até o momento			
Trabalhos propostos a pequenos grupos de alunos de períodos diferentes			
Os grupos de alunos devem ter reuniões com os professores para orientar as fases iniciais do projeto e antes de iniciar os laboratórios práticos			
Os estudantes devem ser incentivados a dar as suas opiniões para melhorar o pensamento crítico sobre as questões envolvidas			
Aprendizado centrado no estudante, mudando-se a forma de transmitir o conhecimento.			
Auxílio de monitores durante o período das aulas.			
Orientação e análise crítica ao longo do desenvolvimento do processo para a seleção de possíveis soluções do problema.			

SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DA ABP NO CURSO DE GRADUAÇÃO ENGENHARIA CIVIL DA UFES

- A quem você atribui a responsabilidade da seleção dos Temas dos problemas a serem passados aos alunos?

- () professor
- () grupo de professores das disciplinas envolvidas
- () coordenação do curso

- Você se sentiria confortável neste processo de ensino-aprendizagem, no qual os professores não possuiriam total controle sobre o conteúdo desenvolvido?

() sim () não Por quê?

- Marque as formas de avaliação e produto final que considera adequado para o emprego da ABP:

- () avaliação individual escrita
 - () relatórios das atividades desenvolvidas
 - () discussões de análise crítica
 - () apresentação de possíveis soluções para os problemas propostos.
 - () apresentação de estudo de caso
 - () trabalhos práticos de laboratório
 - () relatórios de atividades de laboratório
 - () outras
-

- Marque as possíveis limitações de se implantar a ABP no curso de engenharia civil da UFES:

- () Os estudantes podem se mostrar resistentes às mudanças: sair de suas zonas de conforto, visando à aquisição do conhecimento, pode gerar desconforto e requer uma postura proativa, o que nem sempre é bem assimilado e aceito por todos os discentes.
- () Os estudantes podem ter dificuldade para trabalhar em grupo: seja em atividades de laboratório prático ou em atividades de sala de aula.
- () O desafio para o professor ou facilitador em monitorar, apoiar e avaliar todos os grupos e alunos individualmente.
- () O aluno pode se sentir desorientado durante o processo.
- () O trabalho em pequenos grupos pode trazer a necessidade de ampliação do corpo docente, a revisão das matrizes curriculares ou mudanças nos planos de ensino das disciplinas.
- () A falta de um programa de capacitação de professores, visando maior familiarização dos com o novo modelo pedagógico.

Bloco 2 - MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM)

- O que você entende como Building Information Modeling (BIM)?

SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DA UFES

- Classifique a(s) alternativa(s) abaixo em relação à aplicação de BIM no curso de engenharia civil:

Aplicação do BIM	Dispensável	Importante	Essencial
Desenvolver trabalhos utilizando um modelo BIM em uma ou mais disciplinas que foquem diferentes etapas do ciclo de vida da edificação.			
Integração de professores para a proposição e desenvolvimento de um trabalho em comum entre disciplinas			
Trabalhos propostos a pequenos grupos de alunos de períodos diferentes envolvendo o BIM			
Ensinar a filosofia BIM como uma disciplina introdutória específica			
Introduzir uma disciplina de Computação Gráfica para utilização de softwares BIM em trabalhos integrados após o ciclo básico			
Incorporar a aplicação de softwares BIM no desenvolvimento de trabalhos das disciplinas de planejamento, projeto e gerenciamento de construções.			
Organização de oficinas BIM ao longo do curso			
Conhecimento prévio de programas BIM por parte do aluno			
Experiência com projeto integrado em estúdios/laboratórios BIM envolvendo diferentes departamentos			
Criação de laboratórios de projetos multidisciplinares para ensinar projeto integrado e BIM			
Reestruturar o currículo existente para incluir BIM			

- Qual estágio atual do uso do BIM no curso de engenharia civil/UFES?

- () o assunto não é abordado durante as aulas
- () é citado por alguns professores de maneira pontual, mas não aplicado na prática.
- () os alunos desenvolvem trabalhos com conhecimento de softwares BIM adquiridos fora da sala de aula
- () os alunos não utilizam BIM no desenvolvimento dos trabalhos
- () é ensinado pelos professores durante as aulas e os alunos desenvolvem os trabalhos com esse conhecimento
- () não é ensinado pelos professores durante as aulas, mas os professores incentivam os alunos a utilizarem no desenvolvimento de trabalhos.

- Marque as possíveis limitações de se implantar a BIM no curso de engenharia civil da UFES:

- A dificuldade em se trabalhar/gerenciar uma grande quantidade de informações, que podem ser analisadas e alteradas.
- Falta de professores capacitados em teoria e prática do uso do BIM.
- Necessidade de treinamento BIM dos membros do corpo docente.
- Inexistência de laboratórios de informática com capacidade de atendimento as diversas disciplinas que são ofertadas simultaneamente.
- Pouco fomento de parcerias entre a universidade e o mercado de trabalho.
- A estrutura curricular atual do curso.
- Necessidade de realizar trabalho colaborativo entre os professores, de forma a evitar uma aprendizagem fragmentada e pouco significativa.

- Dadas as condições atuais e as limitações existentes no curso de engenharia civil/UFES pra a implementação do BIM, quanto tempo você estima que necessário para a inserção do BIM?

- já utilizam o BIM, porém não plenamente.
- de 1 a 5 anos
- de 5 a 10 anos
- não creio que será viável a implantação do BIM

- Quais os ganhos que você considera que serão obtidos com a implantação da ABP e BIM?

- não serão obtidos ganhos consideráveis que justifiquem as mudanças no método de ensino
- comunicação eficaz em formas gráficas, orais e escritas de todos os envolvidos no processo.
- a melhoria das relações interpessoais e a capacidade em trabalhar em equipe
- melhoria na formação do pensamento crítico do aluno e habilidade em resolução de problemas
- o aluno terá a oportunidade em trabalhar com a integração de diversas disciplinas utilizando a modelagem da informação da construção (BIM) nas várias fases do ciclo de vida da edificação.

- Você acha viável adotar simultaneamente BIM e ABP no ensino de graduação em engenharia civil da UFES?

- sim não Por quê?
