

PESQUISA-AÇÃO EM BIM FOMENTANDO A TRANSFORMAÇÃO DE UM CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES

ACTION RESEARCH ON BIM-DRIVEN TRANSFORMATION OF TECHNICAL DEGREE ON BUILDING CONSTRUCTION

Josyanne Pinto Giesta¹

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil, josyanne.giesta@ifrn.edu.br

Alfredo Costa Neto²

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil, alfredo.neto@ifrn.edu.br

Thalita Giesta Costa³

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil, thalitagiesta@yahoo.com.br

Resumo

O Decreto 10.306/2020 do governo federal se destina a estabelecer o uso de Building Information Modeling (BIM) pela administração pública federal. Nesse sentido, a academia tem papel relevante, uma vez que, entre outras atribuições, prepara os futuros profissionais para o mercado de trabalho na área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). No entanto, pesquisas indicam que não é fácil implementar o BIM no ensino, devido à necessidade de modificar a matriz curricular dos cursos e de requerer a adesão dos professores ao paradigma. Em vista do exposto, novas perspectivas de inserção do BIM na academia são necessárias. Adotando a pesquisa-ação como método de pesquisa, este trabalho tem como objetivo discutir os benefícios alcançados com a iniciativa pioneira do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) no processo de implementação do ensino do BIM por meio da pesquisa. A principal contribuição do trabalho são os resultados positivos em termos de preparação de alunos para o mercado de trabalho e o consequente ganho de interesse dos professores, fomentando a adesão ao BIM advindos a estratégia aplicada pelo Grupo de Estudos e Pesquisa em Integração de Projetos (GIP). A pesquisa-ação resultou em plano de implementação do BIM no curso Técnico em Edificações, assim como Planos de Execução BIM em disciplinas, demonstrando o potencial da abordagem para ser replicada em outras instituições de ensino.

Palavras-chave: Pesquisa ação. Modelagem de Informação de Construção. Ensino técnico. Edificações.

Abstract

Federal Government Decree 10.306 / 2020 aims to establish Building Information Modeling (BIM) by the federal public administration. In this sense, academia has an important role since, among other duties, it prepares future professionals for the job market in the area of Architecture, Engineering, and Construction (AEC). However, research indicates that it is not easy to implement BIM in teaching due to the need to modify the curricular matrix of courses and to require teachers to adhere to the paradigm. Therefore, new perspectives for the insertion of BIM in academia are necessary. This paper aims to discuss the benefits achieved with the pioneering initiative of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Norte (IFRN) in implementing BIM teaching through action research. The work's main contribution is the positive results in preparing students for the job market and the consequent gain in interest of teachers, encouraging adherence to BIM, resulting from the strategy applied by the Study and Research Group in Project Integration (GIP). The action research resulted in a BIM implementation plan for the Technical Course in Buildings and BIM Execution Plans for disciplines, demonstrating the approach's potential to be replicated in other educational institutions.

Keywords: Action-research. Building Information Modeling. BIM. Technical teaching. Buildings.

How to cite this article:

GIESTA, Josyanne Pinto; COSTA NETO, Alfredo. COSTA, Thalita Giesta. A pesquisa-ação em BIM fomentando a transformação de um curso técnico em edificações. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 11, p. e020021, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v11i0.8657348>

Received in 30.10.2019 - accepted in 06.09.2020 – published 07.12.2020

e020021-1 | **PARC Pesq. em Arquit. e Constr.**, Campinas, SP, v. 11, p. e020021, 2020, ISSN 1980-6809



Introdução

Building Information Modeling (BIM) pode ser definido como um conjunto integrado de políticas, processos e tecnologias que formam um banco de dados, através do qual é possível estabelecer um método de gestão do projeto, da construção e da operação de edifícios, em formato digital, ao longo de todo o ciclo de vida da edificação (PENTILLÄ, 2006 apud SUCCAR, 2009). Segundo Ruschel e Cuperschmid (2018), no contexto do BIM para área do ensino, pode-se considerar que em políticas deve-se definir os padrões de modelagem, o nível de desenvolvimento e os protocolos de comunicação a serem usados em todo o projeto. Com relação a processos é importante estabelecer o escopo do projeto, identificar os usos do modelo, os envolvidos e suas competências. Enquanto em tecnologias será necessário identificar soluções de software, formatos de troca de informações e soluções de infraestrutura de rede.

Assim, a implementação do BIM requer profissionais capacitados para atuar em um novo modelo de fluxo de trabalho mais colaborativo, além de habilidades na utilização de softwares de modelagem e simulação, com maior potencial para a gestão de informações e para a interoperabilidade. Nesse cenário, de acordo com Barison e Santos (2011), dependendo do nível de competência esperado para o profissional BIM (Modelador/Facilitador BIM, Analista BIM ou Gerente BIM), tem-se 3 níveis de ensino/aprendizagem: Introdutório, Intermediário e Avançado, respectivamente.

No âmbito federal brasileiro, os incentivos à implementação do BIM ganharam caráter formal em 2017, através do decreto de 5 de junho que instituiu o Comitê Estratégico de Implementação do *Building Information Modelling* - CE-BIM, de caráter temporário e objetivando propor, a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (BRASIL, 2017). As recentes diretrizes apontadas através do decreto 10.306, de 02 de abril de 2020, com a finalidade de estabelecer a utilização do BIM na execução direta e indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e entidades da administração pública federal (BRASIL, 2020), intensificam a urgência por profissionais capacitados, para atuarem nessa nova plataforma de trabalho.

O Sistema Educacional Brasileiro forma diferentes níveis de profissionais para a área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), desde o técnico, o tecnólogo até o bacharel. Além desses, há, ainda, a possibilidade de o tecnólogo e o bacharel se especializarem por meio de pós-graduações *stricto sensu*, que compreendem programas de mestrado e doutorado, e pós-graduações *lato sensu*, que compreendem programas de especialização e incluem os cursos designados como *Master Business Administration* (MBA).

A inserção do BIM na academia, no contexto nacional, dá-se principalmente no âmbito das pós-graduações *lato sensu*, devido a facilidade de formulação de matriz curricular e de contratação de especialistas na área, através de processo seletivo ao invés de concurso. Bomfim e Brito (2019) localizaram, através de pesquisas em sites públicos, 10 cursos de pós-graduação *lato sensu* no Brasil, voltados às áreas de competências BIM, sendo 8 presenciais e 2 de modalidade ensino à distância (EAD).

Segundo Ruschel, Andrade e Morais (2013), experiências didáticas mostram uma diversidade de casos de ensino que abordam o BIM no Brasil desde 2006, envolvendo cursos como Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil. Os autores identificaram, na época, relatos na Universidade Federal de Alagoas, Universidade Federal de São Carlos, Universidade Presbiteriana Mackenzie, Centro Universitário Mauá e Universidade Estadual de Campinas. Entretanto, apontam que a maioria dessas experiências aborda o ensino de BIM apenas em disciplinas isoladas. Nesse contexto, Barison e Santos

(2010), com base em estudo realizado em 103 escolas, a maioria nos Estados Unidos, classificaram as experiências acadêmicas BIM em três categorias: colaboração intracursos; colaboração interdisciplinar e colaboração à distância. Os autores identificaram que também no exterior, a maioria delas introduziam BIM em uma única disciplina (90%), poucas tentavam simular as práticas integradas: colaboração interdisciplinar (7%) e à distância (3%).

Uma inserção integrada realizada em múltiplos componentes curriculares e diferentes momentos da formação do aluno se mostra uma estratégia mais abrangente, visto que permite uma formação mais consistente, aponta Checcucci (2014). Entretanto, a autora reconhece que em cursos já existentes não é simples reestruturar o currículo, na intenção de inserir um tema tão abrangente como o BIM. Aliadas a essa dificuldade, têm-se, de acordo com Cuperschmid, Cruz e Ruschel (2017), barreiras culturais a serem vencidas por cada professor, e barreiras pedagógicas, a serem superadas pelo conjunto de professores, de forma holística no curso.

Nesse sentido, para Pereira e Ribeiro (2015) a inserção do paradigma BIM tem ocorrido a passos lentos e de forma conservadora, e essa realidade está diretamente associada a resistência da comunidade acadêmica a mudanças e ao não conhecimento do manejo da tecnologia BIM. Assim, a implementação do BIM no ensino é essencial para o seu desenvolvimento e efetiva utilização no Brasil. Entretanto, ainda são visíveis as barreiras a serem transpostas, sendo necessário contribuições que busquem identificar novas perspectivas de inserção do ensino da metodologia.

Este artigo objetiva apresentar uma iniciativa de implementação de BIM na academia por meio da pesquisa, discutindo os benefícios alcançados, se o caminho percorrido pode ser utilizado como modelo por outras instituições de ensino e como essa estratégia pode contribuir para sua inserção em cursos das áreas de AEC.

Método

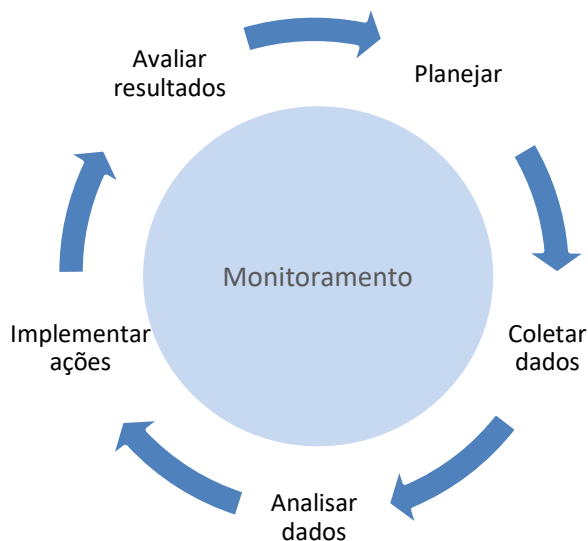
O método utilizado é a pesquisa-ação que, segundo Tripp (2005), pode ser definido como toda tentativa continuada, sistemática e empiricamente fundamentada de aprimorar a prática. Assim, durante os últimos quatro anos a primeira autora vem investigando a inserção do BIM no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), mais especificamente no Grupo de Estudos e Pesquisa em Integração de Projetos (GIP), objetivando aprimorar o ensino. Recentemente, os demais autores se integraram na investigação. Houve aplicação do ciclo para condução da pesquisa-ação educacional (Figura 1) por meio do desenvolvimento de 17 pesquisas sobre a temática BIM nas quais buscou-se o desenvolvimento de professores e pesquisadores. Com o conhecimento adquirido, eles aprimoraram o ensino de BIM e, conseqüentemente, o aprendizado de seus alunos.

Pesquisa-ação

O processo de implementação do BIM na academia brasileira tem representado uma busca por modificações na matriz curricular de cursos de nível técnico, tecnológico e graduação, voltados a formação de profissionais da área de AEC. Nesse sentido, Böes (2019), realizando uma análise nas publicações do Encontro Nacional de Ensino BIM (ENEBIM) do ano de 2018, identifica iniciativas de ensino BIM em 23 Instituições de Ensino Superior (IES), distribuídas por nove estados mais o Distrito Federal. Salgado (2019), focando nas iniciativas apresentadas no evento nas categorias conteúdo didático e experiência didática, aponta contribuições de propostas de inserção do BIM em diferentes disciplinas (e.g., Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro) e de

criação de disciplina específica sobre BIM (e.g., USP – São Paulo, no curso de graduação em engenharia civil). No entanto, tal processo apresenta avanços em escala bastante diferenciada em cada região do país, devido às suas particularidades. A exemplo de Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte, onde a implementação do BIM dentro do IFRN tem utilizado outras práticas didáticas, como a inserção do BIM em pesquisas desenvolvidas no GIP, enquanto as primeiras barreiras não são vencidas para a implementação nos cursos, através de alterações na matriz curricular.

Figura 1 – Ciclo para condução da pesquisa-ação



Fonte: Adaptado de Coughlan e Coughlan (2002) apud Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015)

Nos últimos 4 anos, foram desenvolvidas 17 pesquisas sobre a temática BIM, conforme apresenta o Quadro 1. Os estudos abordaram variados conteúdos: modelagem 3D, parametrização, conceitos BIM, BIM 4D, identificação de interferências, extração de quantidades, Realidade Virtual (RV), colaboração, entregáveis e nível de desenvolvimento (*Level of Development* – LOD). Referente as pesquisas que versam sobre os níveis de desenvolvimento dos componentes dos modelos, é relevante apontar que com base em Oliveira (2019), entende-se LOD, como o somatório dos níveis de detalhe (LoD) e de informação (LoI). Nesse sentido, as pesquisas desenvolvidas até então trataram do nível de detalhe dos modelos. Identifica-se que as pesquisas buscaram contemplar diferentes áreas da AEC, desde Processo Construtivo, Planejamento, Projetos, Colaboração. Assim, se compreendeu BIM com níveis de maturidade 1 e 2 (SUCCAR, 2009), representados no quadro como BIM 1 e BIM 2.

Nas primeiras pesquisas, referentes ao ano de 2016, a intenção era dotar os alunos de conhecimentos sobre a utilização dos softwares BIM, para facilitar o desenvolvimento de modelagens 3D e a criação de objetos paramétricos para enriquecimento de bibliotecas voltadas à área. A análise feita ao final das pesquisas demonstrou que, em termos de atendimento aos objetivos dos projetos de pesquisa, todos foram atendidos de forma satisfatória, i.e., foram desenvolvidos modelos BIM que deram suporte aos estudos relacionados. Percebeu-se, entretanto, que os discentes envolvidos estavam compreendendo BIM de forma instrumental associado ao software que utilizavam. Ruschel, Andrade e Moraes (2013), já alertavam que entender BIM apenas como tecnologia é uma distorção advinda de uma simplificação extrema do paradigma.

Para as pesquisas seguintes, de 2017 a 2019, algumas ações de aprendizado diversificadas foram implementadas. Embora as pesquisas versassem sobre diferentes

usos do BIM, adotou-se ações de aprendizado específicas em todas as pesquisas, composta por três ênfases: teórica; modelagem básica; e BIM avançado.

Quadro 1 – Pesquisas realizadas sobre temáticas BIM que foram envolvidas na pesquisa-ação

Item	Pesquisa	Ano	Área AEC	Conteúdos ensinados
1	Modelagem computacional de famílias de componentes de Steel Frame para a construção civil com software BIM*	2016	Processo construtivo	Modelagem 3D Parametrização
2	Biblioteca 3D para composição de dicionário de termos utilizados em canteiros de obras*		Processo construtivo	Modelagem 3D Parametrização
3	Tecnologia BIM na Educação AEC em Natal/RN (GIESTA, J. P.; MENEZES, G. L. B. B., 2016)		BIM 1	Conceitos BIM
4	Dicionário de obra através de software BIM (GIESTA, J. P. <i>et al</i> , 2016)		Processo construtivo	Modelagem 3D Parametrização
5	BIM no planejamento e controle de obras (GIESTA, J. P. <i>et al</i> , 2018a)	2017	Planejamento	Modelagem 3D BIM 4D Relatórios de interferências Conceitos BIM
6	Modelagem BIM 4D: potencialidades e vantagens sobre o planejamento de obras tradicional (COSTA, T. G. <i>et al</i> , 2017)			Planejamento
7	Análise das potencialidades de software BIM no processo de levantamento de quantitativos (GIESTA, J. P. <i>et al</i> , 2018b)		Planejamento	Modelagem 3D Extração de quantidades Conceitos BIM
8	Análise do potencial da utilização de Modelos 3D e Realidade Virtual como facilitadores do processo ensino/aprendizagem no curso de Edificações (GIESTA, J. P. <i>et al</i> , 2018c)			Processo construtivo
9	BIM e o processo de projeto arquitetônico (GIESTA, J. P. <i>et al</i> , 2019)	2018	Projetos	Conceitos BIM
10	Realidade Virtual como facilitador no processo de planejamento de layout de canteiros de obras (SILVA, C. B. F.; GIESTA, J. P.; COSTA, A. C. S., 2019)		Planejamento	Modelagem 3D Realidade Virtual (RV) Conceitos BIM
11	Aplicação da tecnologia de Realidade Virtual no ensino de Edificações (GIESTA, J. P. <i>et al</i> , 2018d)			Processo construtivo
12	Critérios de modelagem para otimização da quantificação com softwares BIM (GIESTA, J. P. <i>et al</i> , 2018e)		Planejamento	Modelagem 3D Extração de quantidades Conceitos BIM
13	Diretrizes norteadoras para o processo evolutivo do nível de maturidade BIM (Building Information Modeling) no IFRN. (LIMA, C. E. <i>et al</i> , 2019)	BIM 2 Colaboração		Modelagem 3D Colaboração Conceitos BIM
14	Análise das potencialidades de metodologias ativas no processo ensino aprendizagem de Instalações Prediais*	2019	Projetos	Modelagem 3D Conceitos BIM
15	Diretrizes para implementação do BIM na Infraestrutura do IFRN*		BIM 2 Colaboração	Modelagem 3D Entregáveis Conceitos BIM
16	Diretrizes para integração do BIM no currículo do curso de Edificações nos Institutos Federais. (GIESTA, J. P.; COSTA, T. G.; COSTA NETO, A., 2019) (GIESTA, J. P.; COSTA, T. G., 2019)			BIM 1
17	Diretrizes norteadoras para a implementação do BIM 4D, com base no processo de modelagem 3D*		Planejamento	Modelagem 3D BIM 4D LOD Conceitos BIM

Nota: *Pesquisas sem publicação de artigos e/ou com artigos submetidos em avaliação. Fonte: Os autores

A abordagem teórica referia-se ao desenvolvimento de aulas de conhecimento teórico, que contemplavam conteúdos como conceito e usos do BIM, softwares BIM, interoperabilidade, fluxo de trabalho BIM, profissionais BIM e suas competências. Esse conhecimento era desenvolvido em aulas expositivas com discussões onde ao final, os alunos apresentavam seminários, de modo a consolidar os conteúdos adquiridos. Essa etapa permitia aos alunos compreender a magnitude da relação entre políticas, processos e tecnologias BIM, desvinculando a ideia de que BIM é apenas software.

A ênfase em modelagem básica referia-se ao treinamento em software BIM para modelagem básica permitindo que os discentes se familiarizassem com modelos 3D e percebessem a importância das informações neles inseridas. O software utilizado nessa etapa foi o Autodesk Revit (AUTODESK, 2020a), em razão de suas licenças já terem sido adquiridas pela instituição e do conhecimento prévio por parte dos pesquisadores.

A abordagem visando o BIM avançado referia-se à aplicação de software específico, relacionado a usos do BIM específicos, como o Autodesk Navisworks Manage para o desenvolvimento do BIM 4D e o Plugin Enscape para aplicações de RV (AUTODESK, 2020b; ENSCAPE, 2020). A escolha pelo Autodesk Navisworks Manage se deu pelo fato de as licenças já terem sido adquiridas pela instituição, enquanto a escolha do Plugin Enscape foi por sua acelerada curva de aprendizagem e facilidade de obtenção de licença educacional gratuita.

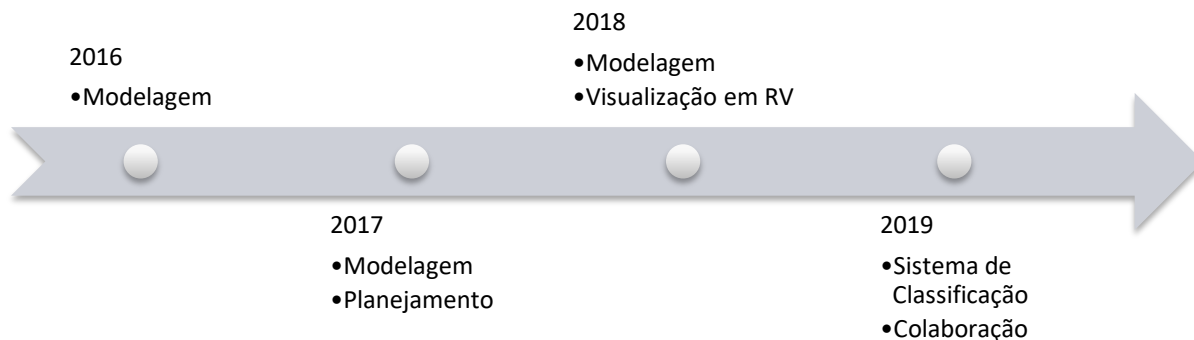
Nos treinamentos das etapas de modelagem básica e BIM avançado após as instruções iniciais, os alunos ampliavam suas habilidades no manuseio dos softwares de forma autônoma, através de sites de sua escolha, que fornecem cursos online¹ e fóruns específicos. Com a finalização destes treinamentos os alunos desenvolviam, então, as análises, diretrizes, critérios e avaliações de potencialidades objetivadas em cada pesquisa.

As análises realizadas após a conclusão das pesquisas mostram que, além dessas apresentarem contribuições para a área, os alunos participantes demonstraram uma percepção bem mais acurada sobre o BIM, tornando-se mais preparados para o mercado de trabalho. Contudo, não havia a preocupação com a padronização das informações produzidas, ou seja, até então não se fez uso de um Sistema de Classificação da Informação (SCI). Tal fato contribuiu para o surgimento de dificuldades durante alguns projetos, sobretudo nas comunicações e na interoperabilidade.

Martins (2015) pontua que a eficiência do processo de modelagem da informação depende da gestão efetiva da informação do projeto, o que é possível com a utilização de um SCI. Nesse sentido, entendeu-se que a implementação de um SCI no GIP era essencial, pois além de aumentar a eficiência nas pesquisas, permitiria uma maior organização dos documentos, facilitando a continuidade dos estudos. Outro benefício percebido foi uma maior preparação dos alunos para o mercado de trabalho, onde uma parcela já opera com a utilização de SCI.

Ao observar a evolução da temática das pesquisas ao longo dos anos, percebe-se uma ampliação contínua no escopo dos conteúdos trabalhados com os alunos. No primeiro ano, houve a utilização de apenas um software; no segundo, dois softwares; no terceiro, inovou-se com a inclusão da RV; no quarto, a preocupação foi aumentar a maturidade BIM no GIP, introduzindo colaboração, elevando o LoD dos componentes dos modelos e padronizando os entregáveis (Figura 2). Tais avanços permitiram um ensino do BIM mais amplo, preparando melhor os alunos para o mercado, podendo operar com diversos estágios do projeto e usos do modelo.

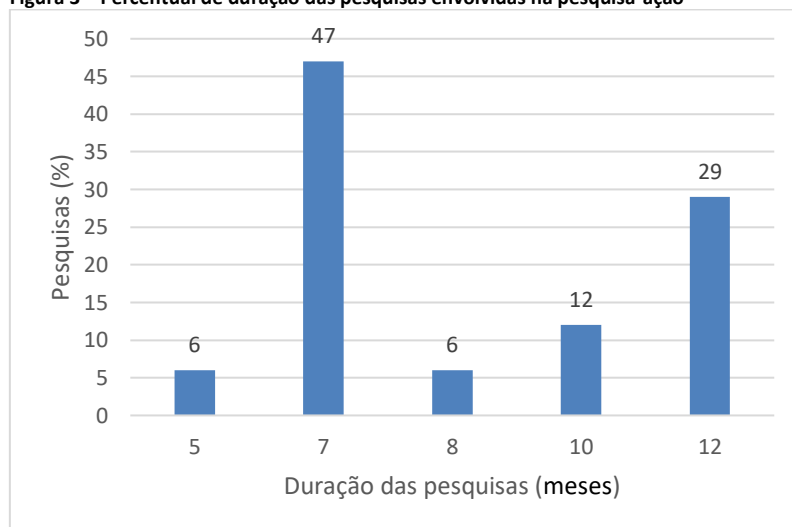
Figura 2 – Evolução temática das pesquisas



Fonte: Os autores

As 17 pesquisas realizadas tiveram seus tempos de duração anotados em 5 a 12 meses, sendo que 47% delas tiveram duração de 7 meses, tempo suficiente para o desenvolvimento e aprendizagem dos conteúdos propostos. Mais de 29% das pesquisas se enquadraram na maior duração, 12 meses (Figura 3).

Figura 3 – Percentual de duração das pesquisas envolvidas na pesquisa-ação



Fonte: Os autores

Contribuição das investigações

O IFRN no Campus Natal Central oferece na área de AEC, os cursos de nível médio em Edificações e em Estradas e os cursos de graduação em Engenharia Civil e Tecnologia em Construção de Edifícios. Esse artigo trata do impacto da pesquisa-ação apresentada no curso de nível médio em Edificações. Esse curso tem a duração de dois anos e se caracteriza como uma modalidade para alunos que já concluíram o ensino médio. Com base no projeto pedagógico do curso (IFRN, 2011), o perfil do egresso deve constar de habilidades para o desempenho de atividades voltadas a área profissional da Construção Civil, compreendendo atividades de planejamento, projeto, acompanhamento e orientação técnica à execução e à manutenção de obras civis, como edifícios, aeroportos, rodovias, ferrovias, portos, usinas, barragens e vias navegáveis, abrangendo a utilização de técnicas e processos construtivos em escritórios, execução de obras e prestação de serviços, bem como o profissional deve demonstrar capacidade para as atividades listadas, a título de exemplos, no Quadro 2.

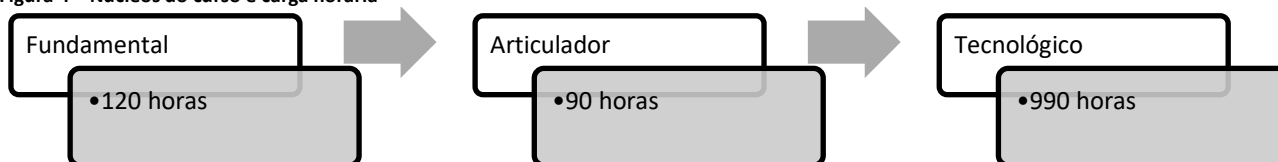
Quadro 2 – Atividades do profissional Técnico de Nível Médio em Edificações

Atividades
Atuar no planejamento, projeto, execução e na manutenção de obras
Desenvolver projetos arquitetônicos e de instalações, dando a eles a forma gráfica adequada e detalhando as informações necessárias à execução da obra. Elaborar orçamentos, processos licitatórios e licenciamento de obras
Supervisionar a execução de projetos, coordenando equipes de trabalho
Elaborar cronogramas e orçamentos, orientando, acompanhando e controlando as etapas da construção
Executar levantamentos topográficos, locações de obras e demarcações de terrenos

Fonte: Adaptado de IFRN Projeto Pedagógico do curso (2011)

A carga horária total do curso é de 1.700 horas, sendo estas distribuídas em 1.200 para às disciplinas de bases científica e tecnológica, 100 para seminários curriculares e 400 para a prática profissional. O curso tem a duração de 4 semestres, e suas disciplinas estão distribuídas nos seus 3 núcleos: fundamental, articulador e tecnológico (Figura 4). O núcleo fundamental corresponde as disciplinas de revisão do ensino médio, o nível articulador se constitui das disciplinas de base científica e tecnológica comuns aos eixos tecnológicos e disciplinas técnicas de articulação e integração, enquanto o núcleo tecnológico é formado pelas disciplinas técnicas específicas do curso, não contempladas no núcleo articulador.

Figura 4 – Núcleos do curso e carga horária



Fonte: Os autores

As 990 horas do Núcleo Tecnológico estão distribuídas em 15 disciplinas dispostas nos 4 semestres, sendo 2 disciplinas no 1º semestre, 4 disciplinas tanto no 2º como no 3º semestre e 5 disciplinas no 4º semestre (Quadro 3).

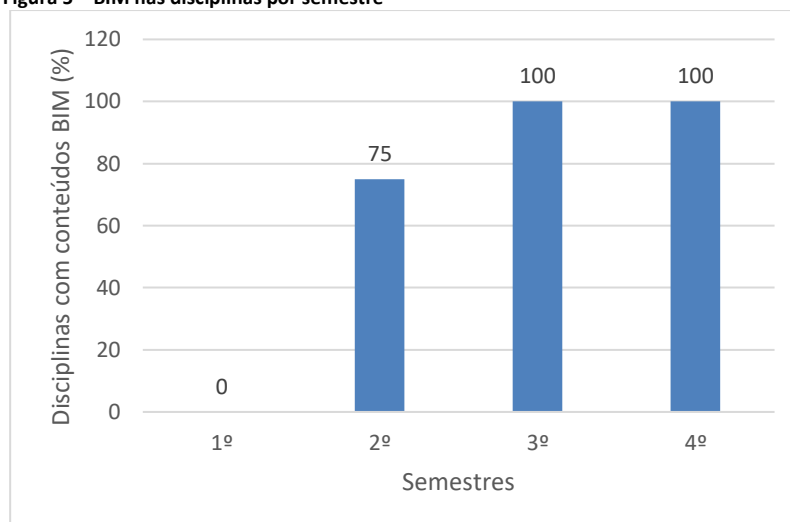
Quadro 3 – Disciplinas do Núcleo Tecnológico por semestre

1º Semestre	2º Semestre	3º Semestre	4º Semestre
Desenho Técnico	Desenho Arquitetônico	Desenho Assistido por Computador	Elementos de Projeto Arquitetônico
Materiais de Construção	Construção Civil 1	Construção Civil 2	Topografia
	Mecânica dos Solos	Instalações Hidrossanitárias	Estabilidade
	Instalações Elétricas	Instalações de Segurança	Orçamento
			Manutenção Predial

Fonte: Adaptado de IFRN Projeto Pedagógico do curso (2011)

Giesta, Menezes e Costa Neto (2017), aplicaram o método desenvolvido por Checcucci e Amorim (2014) para a identificação da interface com o BIM no curso de nível médio em Edificações do IFRN, por meio da análise dos componentes curriculares. Nessa aplicação foi possível constatar a aderência aos conteúdos BIM em 12 das 15 disciplinas (80%) do núcleo tecnológico. Esses autores apontaram ainda, que o ensino do BIM teria seu início no 2º semestre, estando presente em 75% das disciplinas. Com relação ao 3º e ao 4º semestre, a inserção do BIM se daria em todas as disciplinas (Figura 5).

Figura 5 – BIM nas disciplinas por semestre



Fonte: Adaptado de Giesta, Menezes e Costa Neto (2017)

Checucci (2014) apresenta que são várias as formas de inserir BIM nos cursos da área de AEC, desde disciplinas obrigatórias, eletivas, até cursos de extensão. Com relação às estratégias mais adotadas, a autora destaca a inserção pontual, em uma ou mais disciplinas do currículo e a integrada em diversos componentes curriculares e momentos da formação do aluno. Nesse sentido, sugere-se que o processo de implementação do BIM na instituição se dê de forma pulverizada, abrangendo o maior número de disciplinas possíveis no curso. O objetivo a ser alcançado não é tão somente o ensino do BIM, mas a utilização do mesmo como um recurso no processo ensino/aprendizagem das disciplinas. Tal decisão encontra respaldo nos seguintes argumentos:

- a) O trabalho de Giesta, Menezes e Costa Neto (2017), que aponta que a análise realizada identificou a oportunidade de inserção de todos os conteúdos importantes do BIM em praticamente todas as disciplinas do Núcleo Tecnológico da matriz curricular do curso de Edificações;
- b) O perfil do egresso do curso ser bastante completo, com habilidades e capacidades técnicas voltadas a projetos, planejamento e execução; e
- c) A experiência obtida com o ensino do BIM através de pesquisas mostrar que na maioria delas o BIM atuou de forma vinculada a conteúdos AEC, como planejamento da obra (35%) e processos construtivos (29%), conforme pode ser verificado no Quadro 1.

O Quadro 4 apresenta exemplos de como o BIM pode ser um facilitador na compreensão de relevantes conteúdos em 12 disciplinas, colaborando inclusive para solucionar uma das maiores dificuldades dos discentes que é a visualização espacial dos serviços que são executados em uma obra. Nesse sentido, a inserção de modelos 3D, Realidade Virtual e Realidade Aumentada, em substituição a slides, imagens e desenhos feitos no quadro, será uma grande contribuição.

Ainda no Quadro 4 é possível identificar as disciplinas e os conteúdos BIM a serem inseridos, bem como as relações de colaboração que podem ser firmadas entre as disciplinas. Essa estratégia de inserção de conteúdos em múltiplas disciplinas garante uma experiência de colaboração interdisciplinar, considerando-se a classificação proposta por Barison e Santos (2010). Exemplificando, existe a possibilidade de colaboração entre as disciplinas Instalações Elétricas e Desenho Arquitetônico (no

segundo semestre) e Estabilidade e Elementos de Projeto Arquitetônico (no quarto semestre).

Quadro 4 – BIM como recurso didático e relações entre as disciplinas

Código	Disciplina	Conteúdos BIM	Facilitador nos conteúdos AEC
P1	Desenho Arquitetônico	Conceitos BIM - Modelagem 3D com software BIM em colaboração com P2– RV e RA	3D, cortes, elevações, detalhes
C1	Construção Civil 1	Conceitos BIM – BIM 4D, Relatório de interferências e Extração de quantidades com base em modelo próprio (primeiro ciclo) e nos modelos gerados no ciclo anterior (demais ciclos) – RV e RA	Processo construtivo, 3D, sapatas, encontro de elementos estruturais, componentes da cobertura
P2	Instalações Elétricas	Modelagem 3D com software BIM em colaboração com P1– RV e RA	3D, representação dos eletrodutos
Softwares	Desenho Assistido por Computador	Substituição por disciplina Introdução aos softwares BIM (Topografia, Estrutura, Orçamento e Manutenção Predial)	
C2	Construção Civil 2	Conceitos BIM – BIM 4D e Extração de quantidades com base no modelo final de C1– RV e RA	Processo construtivo, 3D, detalhes revestimentos e acabamentos
P3	Instalações Hidrossanitárias	Modelagem 3D com software BIM com base no modelo gerado em P1– RV e RA	3D, isométricos, esquema vertical
P4	Instalações de Segurança	Modelagem 3D com software BIM com base no modelo gerado em P1– RV e RA	Representação das válvulas de comando
P5	Elementos de Projeto Arquitetônico (EPA)	Elevação do LoD da modelagem 3D com software BIM em colaboração com P7 com base no modelo gerado em P1 e no terreno de P6 – Parametrização - Entregáveis – RV e RA	3D, detalhes
P6	Topografia	Modelagem 3D com software BIM disponibilizando para P5 e P7– RV e RA	3D, perfil do terreno
P7	Estabilidade	Modelagem 3D com software BIM em colaboração com P5 com base no modelo gerado em P1 e no terreno de P6– RV e RA	3D, encontro de elementos estruturais
C3	Orçamento	BIM para orçamentação com base no modelo final de C2	3D, leitura dos projetos
C4	Manutenção Predial	Elevação do LoI com base no modelo final de C2 – RV e RA	3D, leitura dos projetos

Fonte: Os autores

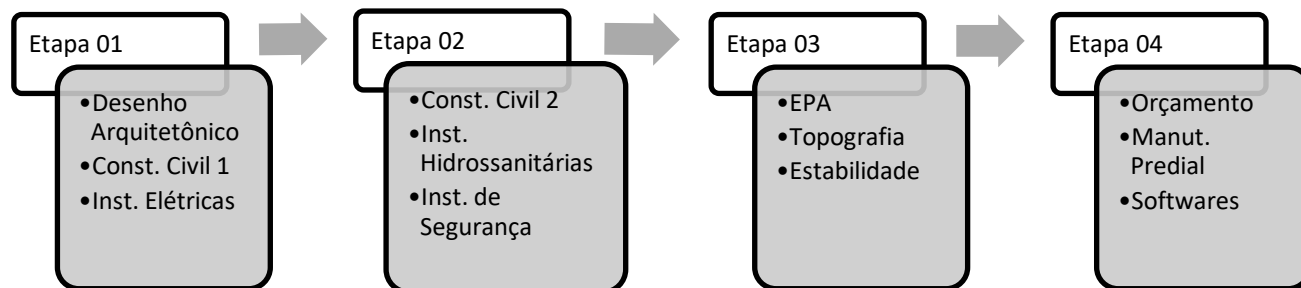
Plano de Implementação BIM no curso

A experiência na execução das 17 pesquisas realizadas no GIP sobre BIM e o conhecimento adquirido nos processos de revisão/atualização do Projeto Pedagógico do Curso de Edificações (PPC), aliados à aplicação do método Checcucci e Amorim (2014) na matriz curricular do curso de Edificações permitiram compreender quais conteúdos BIM podem ser trabalhados nas disciplinas técnicas, durante um processo de atualização da matriz curricular. Desta forma, é possível a indicação de sugestões para a elaboração de Planos de Implementação de BIM no curso e de Execução BIM nas disciplinas.

Um Plano de Implementação BIM (PIB) para construtoras e incorporadoras, deve englobar: a) Localização dentre as fases do ciclo de vida do empreendimento; b) Definição dos objetivos; c) Pessoas (equipes, papéis e responsabilidades); d) Definição dos casos de uso e mapeamento de processos BIM; e) Projetos-piloto e seus objetivos; f) Troca de informações; g) Infraestrutura e tecnologia (hardware e software); h) Interoperabilidade e procedimentos de comunicação; i) Contratação BIM; j) Controle de qualidade dos entregáveis (CBIC, 2016). De forma análoga, para IES tem-se que o PIB se dá em 3 fases, com ações estratégicas divididas em componentes BIM, através dos campos BIM de Tecnologia e Política (BÖES; LIMA; BARROS NETO, 2019). Ainda de acordo com os autores, o campo Tecnologia compreende toda a infraestrutura tecnológica e física, enquanto, que o campo Política engloba as iniciativas, ações e visões institucionais acerca do BIM.

Considerando a proposta de Böes, Lima e Barros Neto (2019), tem-se a indicação de sugestões para a elaboração do Plano de Implementação BIM (PIB) para o curso técnico de Nível Médio em Edificações no campo Político. Com relação a inserção dos conteúdos BIM nas disciplinas, indica-se que seja feito de forma gradual, em quatro etapas, uma a cada semestre ou em distribuição temporal a ser determinada (Figura 6) precedido de ampla discussão junto ao Colegiado do Curso, bem como com o apoio e enquadramento como diretrizes da própria Coordenação do Curso aliada a Diretoria Acadêmica de Construção Civil.

Figura 6 – Plano de Implementação BIM nas disciplinas



Fonte: Os autores

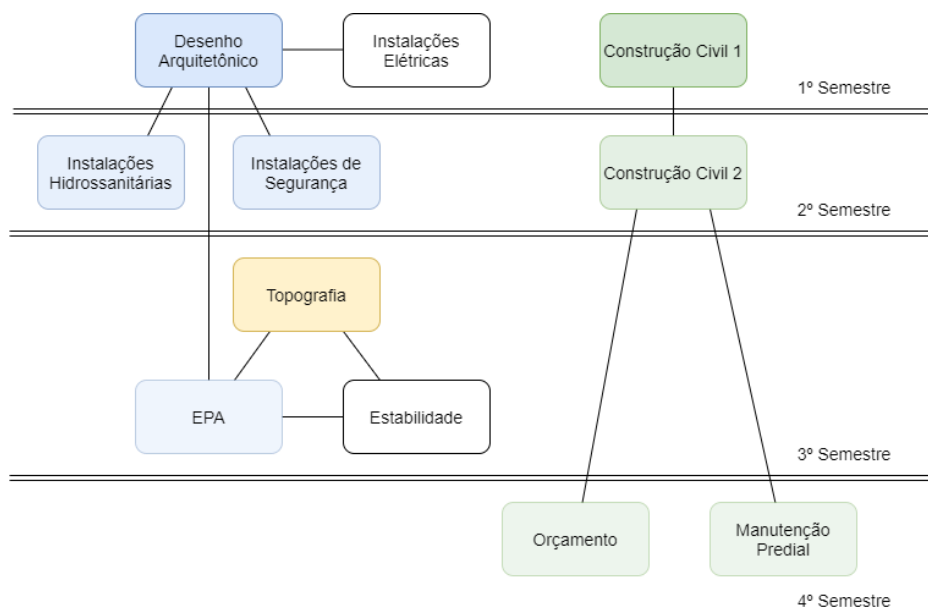
Cada uma das etapas irá requerer atenção especial. Na etapa 01, a disciplina de Construção Civil 1 deverá trabalhar com um modelo arquitetônico próprio, desenvolvido para uso exclusivo da disciplina, visto que ainda não haverá modelo gerado em turma anterior (Figura 7). Recomenda-se que o modelo tenha no máximo dois pavimentos, em razão das atribuições técnicas do profissional que se está formando, definidas na Resolução nº058/2019 (CONSELHO FEDERAL DOS TÉCNICOS INDUSTRIAIS, 2019). Com relação às disciplinas Desenho Arquitetônico e Instalações Elétricas, existirá um atraso no desenvolvimento do modelo pela segunda disciplina, pois as duas são concomitantes.

Na etapa 02, no primeiro ano de implementação, a disciplina de Construção Civil 2 deverá operar também com o modelo diferenciado, aquele que Construção Civil 1 utilizou. Espera-se que as disciplinas Instalações Hidrossanitárias e Instalações de Segurança possam operar normalmente, utilizando o modelo que foi desenvolvido em Desenho Arquitetônico na etapa 01. No entanto, caso isso não aconteça, essas disciplinas poderão trabalhar com o modelo utilizado em Construção Civil 2.

Na etapa 03, a disciplina de Elementos de Projeto Arquitetônico (EPA) deverá utilizar o modelo desenvolvido na disciplina de Desenho Arquitetônico, de forma colaborativa, com a disciplina de Estabilidade. Nesse sentido, é previsto também um atraso, visto serem concomitantes. Espera-se que seja possível que a disciplina de Topografia disponibilize seu modelo de terreno, para que as disciplinas EPA e Estabilidade trabalhem com ele ao final dessa etapa.

Na etapa 4, as disciplinas Orçamento e Manutenção Predial inaugurais no BIM, também terão que utilizar o modelo diferenciado, que nasceu em Construção Civil 1 e foi utilizado por Construção Civil 2. No entanto, após a conclusão de um ciclo completo, Construção Civil 1 fará uso dos modelos gerados pelos alunos, tendo como atribuição a compatibilização dos projetos, e então Manutenção Predial irá trabalhar com o modelo federado.

Figura 7 – Relação entre modelos desenvolvidos e reutilizados entre disciplinas

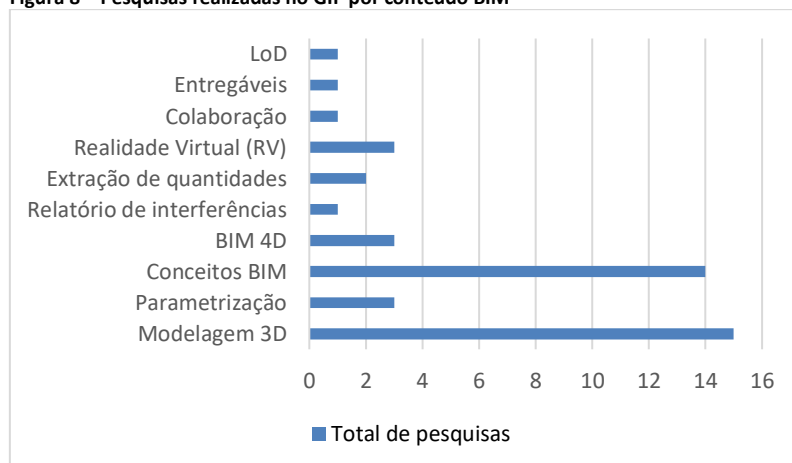


Fonte: Os autores

Sugere-se, ainda, que nesse momento, a disciplina Desenho Assistido por Computador tenha sua ementa alterada, englobando conhecimentos básicos de softwares BIM voltados para as disciplinas Topografia, Estrutura, Orçamento e Manutenção Predial. Essa alteração na ementa da disciplina foi deixada para a última etapa objetivando um maior tempo para adequação por parte dos docentes da disciplina, visto que estes precisarão passar por treinamentos específicos nos softwares BIM.

Observa-se que a maioria dos conteúdos que serão ministrados nas disciplinas já foram trabalhados nas pesquisas, o que se constitui um facilitador nesse processo de implementação. Ainda comparando os dados do Quadro 4 com os da Figura 8, identifica-se que dos conteúdos BIM propostos para serem trabalhados nas disciplinas, apenas Realidade Aumentada (RA), BIM para orçamentação e Lol (nível de informações) ainda não foram abordados nas pesquisas do GIP. Tais constatações não são preocupantes, já que a RA se caracteriza pela utilização de aplicativos de fácil manuseio, disponibilizados para tablets e smartphones. Enquanto, em se tratando do BIM para orçamentação e do Lol, esses conteúdos serão tratados nas disciplinas de Orçamento e Manutenção Predial respectivamente, ambas da quarta etapa do processo de implementação proposto.

Figura 8 – Pesquisas realizadas no GIP por conteúdo BIM



Fonte: Os autores

Considerando o Roadmap Executivo para um PIB proposto por Böes, Lima, Barros Neto (2019), pode-se inferir que, embora a instituição IFRN/CNAT ainda não tenha formalizado o processo de implementação BIM, a mesma, através de ações sistêmicas nessa seara, encontra-se entre a Fase 1 e a Fase 2.

No campo Tecnologia, já existem softwares instalados e licenciados de dois fabricantes, bem como certa estrutura em termos de hardwares adequados com os usos BIM. Com relação ao campo Política, a instituição promoveu capacitação do corpo docente em softwares de dois fabricantes, tem a adoção do ensino do BIM em disciplinas de construção civil, iniciativas de extensão acadêmica promovida por docentes, bem como iniciativas de iniciação científica em BIM formalizada.

Nesse contexto, a proposta desenvolvida apresenta grandes chances de ser executada pela instituição, sendo inclusive passível de generalização, podendo ser utilizada como modelo para a implementação do BIM nos cursos de Edificações de outras instituições de ensino que guardam semelhanças em termos de matriz curricular.

Plano de Execução BIM nas disciplinas

A experiência adquirida nas 17 pesquisas desenvolvidas no GIP e nos processos de revisão/atualização do Projeto Pedagógico do Curso de Edificações (PPC) permitem a elaboração de sugestões para um Plano de Execução BIM (PEB) nas disciplinas. Infere-se que o mesmo seja desenvolvido pelo docente titular da disciplina, auxiliado por um docente com maior experiência em BIM, caso o titular não tenha grande domínio na temática. Havendo mais de um docente na disciplina, é relevante a participação de todos nesse processo.

O Plano de Execução BIM (PEB) é um documento que detalha as atividades e os dados que precisam ser fornecidos pelos envolvidos para adotar BIM num projeto (MCADAM, 2010). O PEB deve conter papéis e responsabilidades dos envolvidos, softwares a serem utilizados, LOD a ser atingido, modos de colaboração e compartilhamento de informações e convenções de nomenclatura (SACKS et al., 2016). Segundo CIC (2019), o PEB abrange metas e usos BIM, mapas de processos, critérios de troca de informações, além da infraestrutura associada.

O PEB proposto para as disciplinas do curso de Edificações ainda é um modelo preliminar, que não contempla toda sua amplitude, e está composto por 7 etapas: a) Definição do momento na disciplina para a inserção do conteúdo BIM; b) Seleção dos conteúdos BIM a serem abordados; c) Escolha do software BIM a ser utilizado; d) Definição do fluxo de trabalho (i.e. modelagem ou utilização do modelo); e) Elaboração do fluxo de trabalho (i.e. guia norteador escrito ou vídeo explicativo); f) Definição dos entregáveis; g) Reserva do laboratório de informática.

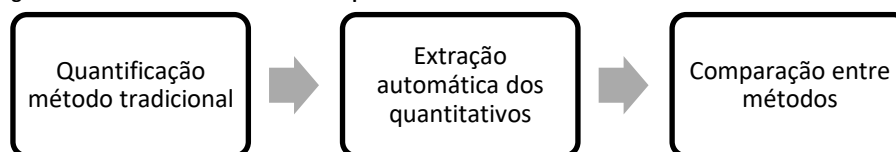
A aplicação do PEB para uma disciplina vem sendo desenvolvida na disciplina de Construção Civil 1, e conta com as seguintes etapas:

- a) Definição do momento na disciplina: Aula de fundações tipo sapatas;
- b) Seleção dos conteúdos BIM: Extração de quantidades;
- c) Escolha do software: Autodesk Revit;
- d) Definição do fluxo de trabalho: Guia norteador escrito, com conhecimentos básicos, como abrir o projeto no software, perpassando por duplicar/renomar e alterar parâmetros de sapatas, inserir as sapatas, alterar seus níveis, e finalizando com orientações a respeito da extração dos quantitativos, através da elaboração de tabelas no próprio software;

- e) Elaboração do fluxo de trabalho: Guia escrito e mapas de processo;
- f) Definição dos entregáveis: Volume de concreto das sapatas pelo método manual e pela extração no software BIM;
- g) Reserva do laboratório de informática: visto que a disciplina tradicionalmente é ministrada em sala de aula convencional.

Para o PEB dessa disciplina em específico, o fluxo de trabalho que resulta nos entregáveis, foi dividido em 3 fases (Figura 9) e são realizados em dois ambientes distintos (sala de aula e laboratório de informática). A fase inicial consta de um exercício de quantificação pelo método tradicional, do volume de concreto das sapatas do projeto impresso, utilizando fórmula e calculadora. A fase intermediária desenvolve o fluxo de trabalho, na qual os alunos passam para o manuseio do software Revit, extraindo automaticamente os quantitativos do mesmo projeto de fundações. A fase final é quando os alunos comparam os dois resultados, apresentando, ainda, sua percepção com relação às vantagens e desvantagens de cada um dos métodos, apontando sua preferência.

Figura 9 – Fluxo de trabalho aula BIM Sapatas



Fonte: Os autores

Considerações finais

Esta pesquisa mostrou que, enquanto a instituição de ensino não elabora um planejamento estratégico para a implementação do *Building Information Modeling*, não insere conteúdos BIM no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e nos Planos de ensino das disciplinas, outras estratégias de implementação do BIM na instituição se caracterizam como potenciais, a saber através da pesquisa e da extensão, por exemplo. Em se tratando da inserção do BIM por meio das ações de pesquisa científica continuada do GIP, essa iniciativa se caracteriza como pioneira quando revertida para transformação de um curso, e representou novas oportunidades para experimentação e reflexão.

O ciclo da pesquisa-ação – Coleta de dados, Análise e Implementação, de forma sintetizada –, aplicado a cada pesquisa permitiu o aprimoramento do ensino de BIM. O inusitado caminho utilizado pelo IFRN apresenta-se como adequado para iniciativas de inserção do BIM em outras instituições de ensino que também enfrentem dificuldades na modificação das matrizes curriculares, bem como na adesão por parte dos docentes a esse novo paradigma.

A experiência de implementação do BIM adquirida pelos pesquisadores vem permitindo novas iniciativas de sua adoção, como o desenvolvimento de sugestões de PIB e PEB para o ensino. Com relação ao PIB, ele incorpora ações no campo política e ainda não foi adotado pela instituição. Em se tratando do PEB de disciplinas, a versão ainda é preliminar, mas já foi aplicada na disciplina de Construção Civil 1, em 3 turmas, nos semestres 2019.1, 2019.2 e 2020.1, com resultados promissores.

Como limitações desta pesquisa, cita-se a proposta do PIB incorporar somente ações no campo políticas, e a experimentação do PEB ter ocorrido em apenas uma disciplina. Diante dessas limitações, sugere-se como pesquisas futuras: a) ampliação da proposta

do PIB, com a inclusão de ações no campo Tecnologia; b) experimentação do PEB em outras disciplinas, com o posterior desenvolvimento da versão definitiva do PEB.

Conclui-se, por fim, que a implementação do BIM nas pesquisas desenvolvidas no GIP apresenta contribuições para a área, favorece sensivelmente na preparação dos discentes para o mercado de trabalho AEC, bem como colabora no estímulo à implementação do BIM nas universidades locais, por meio dos alunos do curso técnico que se destacam como agentes propulsores, quando decidem dar sequência a seus estudos e fazer uma graduação na área AEC.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à Pró-reitora de Pesquisa e Inovação (PROPI) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) pelo apoio recebido.

Notas

(1) <https://engenhabim.com/>, <https://leiautonline.com.br/>, <https://cursosconstruir.com.br/>.

(2) Esta é uma versão ampliada do artigo “Inserção do ensino do Building Information Modeling (BIM) na academia: novas perspectivas por meio da pesquisa”, apresentado e premiado no 2º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção (GIESTA; COSTA; COSTA NETO, 2019).

Referências

AUTODESK. Autodesk Revit 2020. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/revit/free-trial>. Acesso em 15 maio 2020a.

AUTODESK. Autodesk Navisworks 2019. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/free-trial>. Acesso em 15 maio 2020b.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Tendências atuais para o ensino de BIM. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., Salvador, 2011, **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2011.

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, 13., Nottingham, UK, 2010. **Proceedings [...]**. Nottingham: University of Nottingham, 2010. Disponível em: <http://www.engineering.nottingham.ac.uk/icccbep/ceedings/pdf/pf289.pdf>. Acesso em: 02 out. 2019. ISBN 978-1-907284-60-1.

BÖES, J. S. **Proposta de plano de implantação do BIM na indústria da construção civil**. 2019. 281 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/50872>. Acesso em: 13 set. 2020.

BÖES, J. S.; LIMA, M. M. X. de; BARROS NETO, J. de P. Proposta de Plano de implantação BIM nas instituições de ensino superior. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ENSINO DE BIM, 2., Fortaleza, CE, 2019. **Anais [...]**. Campinas: ANTAC, 2019. Disponível em: <https://www.antaceventos.net.br/index.php/enebim2019/enebim/paper/viewFile/656/377>. Acesso em: 24 ago. 2020.

BOMFIM, C. A. A.; BRITO, B. L. de. Pós graduação lato sensu no Brasil: perfis profissionais atuantes em BIM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2, 2019, Campinas, SP. **Anais [...]**. Campinas: ANTAC, 2019. Disponível em: <https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/226>. Acesso em: 02 out. 2019.

BRASIL. Decreto de 05 de junho de 2017. Dispõe sobre a instituição do Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modelling. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 107, Seção 1, p. 19, jun. 2017.

BRASIL. Decreto nº 10.306, de 02 de abril de 2020. Dispõe sobre a utilização do Building Information Modelling - BIM ou Modelagem da Informação da Construção na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 65, Seção 1, p. 5-7, abr. 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. Implementação BIM. **Coletânea Implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**. Brasília, CBIC, 2016. v. 2; 72p. Disponível em: <http://cbic.org.br/bim/>. Acesso em: 24 de ago. de 2020.

CHECCUCCI, É. DE 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, 3., São Paulo, SP, 2014. **Anais [...]**. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie; Campinas: Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2014. Disponível em: <http://www.anparq.org.br/dvd-enparq-3/htm/XFramesSumarioST.htm>. Acesso em: 02 out. 2019. ISBN 978-85-67981-02-4. ISSN: 2358-6214.

CHECCUCCI, É. DE S.; AMORIM, A. L. de. 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.

COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM - CIC. **BIM Project Execution Planning Guide**. Version 2.2. The Pennsylvania State University, University Park, PA, EUA, 2019. Disponível em: <http://bim.psu.edu>. Acesso em: 24 de ago. de 2020.

CONSELHO FEDERAL DOS TÉCNICOS INDUSTRIAIS. **Resolução nº 058/2019, de 22 de março de 2019**. Dispõe sobre as prerrogativas e atribuições dos Técnicos em Edificações. São Paulo: CFT, 2017. Disponível em: <https://www.cft.org.br/wp-content/uploads/2019/04/RESOLUCAO-N-058-2019.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2020.

COSTA, T. G.; DIAS, E. C. B.; LIRA, E. C. F. S.; SILVA, J. A. A.; GIESTA, J. P. Modelagem BIM 4D: Potencialidades e vantagens sobre o planejamento de obras tradicional. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN, 13., Caicó, RN, 2017. **Anais [...]**. Caicó: IFRN, 2017. ISBN: 978-85-94369-03-1.

CUPERSCHMID, A.; CRUZ, M. O.; RUSCHEL, R. C. A incorporação de BIM no ensino do curso Técnico em Edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 12, n. 2, p. 117-134. 2017. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/131498>. Acesso em: 02 out. 2019.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design Science Research**: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015. 181 p.

ENSCAPE. Enscape para Revit. Disponível em: <https://enscape3d.com/educational-license/>. Acesso em: 15 maio 2020.

GIESTA, J. P.; MENEZES, G. L. B. B. de; COSTA NETO, A. Integração do BIM no currículo do curso de Edificações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 1, 2017, Fortaleza, CE. **Anais [...]**. Disponível em: https://sbtic.com.br/anais/files/2017/paper_64.pdf. Acesso em: 02 out. 2019.

GIESTA, J. P.; COSTA, T. G.; COSTA NETO, A. Inserção do ensino do Building Information Modeling (BIM) na academia: novas perspectivas por meio da pesquisa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., Campinas, SP, 2019. **Anais [...]**. Campinas: ANTAC, 2019. Disponível em: <https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/schedConf/presentations>. Acesso em: 17 maio 2020.

GIESTA, J. P.; MORAIS, K. S.; PINTO, J. M. F. O. M.; NASCIMENTO, T. C.; COSTA NETO, A. Proposta de inserção do BIM no processo de projeto arquitetônico. In: CONFERENCE ON AUTOMATION INNOVATION IN CONSTRUCTION,

Leiria, Portugal, 2019. **Proceedings [...]**. Leiria: Polytechnic of Leiria, 2019. Disponível em: https://sites.ipleiria.pt/ciac/files/2019/CD_CIAC/papers/014_Paper.pdf. Acesso em: 17 maio 2020.

GIESTA, J. P.; COSTA, T. G. Experiência de inserção de conteúdos BIM na disciplina de Construção Civil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ENSINO DE BIM, 2., Fortaleza, CE, 2019. **Anais [...]**. Campinas: ANTAC, 2019. Disponível em: <https://www.antaceventos.net.br/index.php/enebim2019/enebim/schedConf/presentations>. Acesso em: 17 maio 2020.

GIESTA, J. P.; COSTA, T. G.; LIRA, E. C. F. S.; DIAS, E. C. B.; SILVA, J. A. A. Avaliação das potencialidades do ensino de BIM para gerenciamento de obras - Estudo de caso no IFRN Campus Natal Central. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 12, Recife, PE, 2018. **Anais [...]**. Recife: IFPE, 2018a. Disponível em: <https://dados.ifpe.edu.br/dataset/anais-connepi-2018/resource/bbffd467-2c73-4098-8097-e4c686e0b1bf>. Acesso em: 02 out. 2019. ISBN 978-85-67452-15-9.

GIESTA, J. P.; LIRA, E. C. F. S.; COSTA, T. G.; SILVA, J. A. A. O uso da tecnologia BIM na quantificação e no planejamento: estudo de caso de residência RN – Brasil. In: CONGRESSO PORTUGUÊS DE BUILDING INFORMATION MODELLING, 2., Lisboa, Portugal, 2018b. **Proceedings [...]**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2018. Disponível em http://www.ptbim.org/img/LivroAtas_ptBIM2018.pdf. Acesso em: 02 out. 2019. ISBN: 978-989-20-8396-4. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1226766>.

GIESTA, J. P.; LIRA, E. C. F. S.; COSTA, T. G.; SILVA, J. A. A.; COSTA NETO, A. Evolução da tecnologia de Realidade Virtual: Estudo de caso no ensino de Edificações no IFRN CNAT. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN, 14., Natal, RN, 2018. **Anais [...]**. Natal: IFRN, 2018c.

GIESTA, J. P.; COSTA, T. G.; SILVA, J. A. A.; LIRA, E. C. F. S. Implementação da Realidade Virtual no mercado de trabalho da área AEC - Estudo de caso. In: CONGRESSO NACIONAL DE CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 3., João Pessoa, PB, 2018. **Anais [...]**. João Pessoa: Editora da UFPB, 2018d. ISBN 978-85-237-1405-5.

GIESTA, J. P.; SILVA, J. A. A.; COSTA, T. G.; LIRA, E. C. F. S. Diretrizes para Modelagem 3D direcionada a otimização do processo de quantificação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., Foz do Iguaçu, PR, 2018. **Anais [...]**. Londrina: ANTAC, 2018e. ISSN: 2178-8960.

GIESTA, J. P.; MENEZES, G. L. B. B.; LOPES FILHO, J. K. R.; FLORENCIO, D. V. P.; MEDEIROS, A. K. M. Dicionário de Obra através de software BIM. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN, 12., Parnamirim, RN, 2016. **Anais [...]**. Parnamirim: IFRN, 2016.

GIESTA, J. P.; MENEZES, G. L. B. B. Implementation of NP-BIM in IFRN: case study. **Anais [...]**. In: 4th BIM International Conference São Paulo and Lisbon. São Paulo, SP: 2016.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). **Projeto Pedagógico do Curso Técnico de Nível Médio em Edificações**. Natal: IFRN, 2011.

LIMA, C. E.; GIESTA, J. P.; COSTA, S. C.; CRUSADO, M. B. Experiência de colaboração simultânea em Building Information Modeling (BIM) entre duas instituições de ensino do RN. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ENSINO DE BIM, 2., Fortaleza, CE, 2019. **Anais [...]**. Campinas: ANTAC, 2019. Disponível em: <https://www.antaceventos.net.br/index.php/enebim2019/enebim/schedConf/presentations>. Acesso em: 17 maio 2020.

MCADAM, B. Building Information Modelling: the UK legal context. **International Journal of Law in the Built Environment**, v. 2, n. 3, p. 246-259, 2010.

MARTINS, R. T. S. **Building Information Modeling**: classificação de informação da construção para o planejamento e controle da produção. 2015. 102 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/138351>. Acesso em: 17 maio 2020.

OLIVEIRA, R. L. de. **Orçamentação de obras com metodologia BIM**. 2019. Disponível em: <https://ead.ipog.edu.br/moodle/course/view.php?id=34946>. Acesso em: 15 maio 2020.

PEREIRA, P. A. I.; RIBEIRO, R. A. A Inserção do BIM no Curso de Graduação em Engenharia Civil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 42., Juiz de Fora, MG, 2014. **Anais [...]**. Brasília: ABENGE, 2014. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/5/Artigos/130430.pdf>. Acesso em: 02 out. 2019.

RUSCHEL, R. C.; CUPERSCHMID, A. R. M. Plano de execução BIM educacional para FEC-UNICAMP. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 1., Campinas, SP, 2018. **Anais [...]**. Campinas: ANTAC, 2018. Disponível em: <https://www.antaceventos.net.br/index.php/enebim/2018/paper/viewPaper/43>. Acesso em: 02 out. 2019.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X. DE; MORAIS, M. DE. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**, v. 13, n. 2, p. 151–165, jun. 2013.

SACKS, R.; GUREVICH, U.; SHRESTHA, P. A review of building information modeling protocols, guides and standards for large construction clients. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, [s. l.], v. 21, p. 479-503, 2016. Disponível em: <https://www.itcon.org/paper/2016/29>. Acesso em: 24 ago. 2020.

SALGADO, M. S. Ensino de arquitetura, engenharia e tecnologias digitais: relato das experiências compartilhadas durante o ENEBIM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., Campinas, SP, 2019. **Anais [...]**. Campinas: ANTAC, 2019. Disponível em: <https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/schedConf/presentations>. Acesso em: 13 set. 2020.

SILVA, C. B. F.; GIESTA, J. P.; COSTA, A. C. S. Realidade Virtual como ferramenta facilitadora no planejamento de canteiro de obras. In: CONGRESSO NACIONAL DE CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 4., João Pessoa, PB, 2019. **Anais [...]**. João Pessoa: Unipê, 2019. ISBN 978-85-87868-99-2.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p.357-375, maio 2009. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>. Acesso em: 25 ago. 2020.

TRIPP, D. **Pesquisa-ação**: uma introdução metodológica. Educação e Pesquisa, [s.l.], v. 31, no 3, p. 443–466, 2005. ISBN: 1517-9702, ISSN: 1517-9702, DOI: 10.1590/S1517-97022005000300009.

¹ **Josyanne Pinto Giesta**

Engenheira Civil. Doutora em Arquitetura e Urbanismo. Professora efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Endereço postal: Avenida Sen. Salgado Filho, 1559, Natal, RN, Brasil, 59015-000

² **Alfredo Costa Neto**

Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia Sanitária. Professor efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Endereço postal: Avenida Sen. Salgado Filho, 1559, Natal, RN, Brasil, 59015-000

³ **Thalita Giesta Costa**

Técnica em Edificações. Aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Endereço postal: Avenida Sen. Salgado Filho, 3000, Natal, RN, Brasil, 59078-900