



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE CRATEÚS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LUCAS RAFAEL DE SOUSA SERIDÓ

**A ADOÇÃO DO BIM NO ENSINO DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA E
URBANISMO EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DO CEARÁ**

CRATEÚS
2021

LUCAS RAFAEL DE SOUSA SERIDÓ

A ADOÇÃO DO BIM NO ENSINO DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA E
URBANISMO EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DO CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal do Ceará, Campus de
Crateús, como requisito parcial à obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Ma. Tatiane Lima Batista.

CRATEÚS

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S492a Seridó, Lucas Rafael de Sousa.
A adoção do BIM no ensino de engenharia civil e arquitetura e urbanismo em instituições de ensino superior do Ceará / Lucas Rafael de Sousa Seridó. – 2021.
78 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús, Curso de Ciência da Computação, Crateús, 2021.
Orientação: Prof. Prof.^a Ms. Tstiane Lima Batista.
1. BIM. 2. Modelagem da Informação e Construção. 3. Ensino-aprendizagem. 4. AECO. I. Título.
CDD 004
-

LUCAS RAFAEL DE SOUSA SERIDÓ

A ADOÇÃO DO BIM NO ENSINO DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA E
URBANISMO EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DO CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal do Ceará, Campus de
Crateús, como requisito parcial à obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Ma. Tatiane Lima Batista.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Ma. Tatiane Lima Batista (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Luis Felipe Cândido
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Jeferson Spiering Böes
Faculdade Ari de Sá (FAS)

A Deus.

Aos meus pais, Claudio Marques e Auricélia
Santana.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde, coragem e sabedoria, para enfrentar as dificuldades e realizar sonhos.

À minha família, por todo o apoio.

À Prof.^a Ma. Tatiane Lima, responsável pela missão de orientação desse trabalho. Seu apoio, conhecimento e serenidade foram fundamentais.

Aos membros da banca, Prof. Me. Luis Felipe Cândido e Prof. Me. Jeferson Spiering Böes, pela disponibilidade e contribuições nesse trabalho.

À todos os representantes e professores de cursos que forneceram informações para o desenvolvimento desse trabalho.

À universidade, seu corpo docente, direção, administração, técnicos e serviço geral, por zelarem por um ambiente de ensino aconchegante.

“Quem nunca errou nunca experimentou nada novo.”

Albert Einstein

RESUMO

Diante dos avanços tecnológicos e da inovação na Indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação, o BIM (Building Information Modeling) apresenta-se como uma metodologia capaz de colaborar para suprir as necessidades de mercado e para melhorar o processo de ensino-aprendizagem nos cursos de graduação relacionados ao setor. Com a demanda por profissionais capacitados, as universidades estão procurando reformular sua grade curricular para promover a implantação do BIM nos seus cursos de graduação. Apesar desses benefícios e dos esforços para sua adoção, ainda existem dificuldades para que isso se ocorra de modo geral. Diante dessa problemática, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar a adoção do BIM nas Instituições de Ensino Superior (IES) do estado do Ceará em cursos de graduação em Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo. Para atingir esse objetivo foi realizado um estudo de caso em três cursos de graduação de IES do estado que já utilizavam o BIM nos seus processos de ensino. Foram adotadas como estratégias de coleta de dados: entrevistas semiestruturadas com representantes dos cursos, aplicação de questionários a professores que utilizavam o BIM em suas disciplinas e levantamento de documentos. Foi constatada a implantação do BIM de forma institucionalizada em um dos cursos. Nos outros dois, a adoção está ocorrendo de forma pontual em algumas disciplinas, mas as discussões sobre a sistematização da implantação da metodologia já estão iniciadas. O BIM está sendo utilizado nos cursos, preponderantemente, como ferramenta de projeto, mas há relatos de sua utilização também como meio de ensino. Foi possível identificar as principais vantagens percebidas com a adoção do BIM, dentre as quais se destacam melhoria da qualidade dos projetos desenvolvidos e melhor compreensão dos conteúdos por parte dos alunos. A falta de capacitação docente foi identificada como a principal barreira para adoção do BIM nos cursos. Foram identificados esforços institucionais como planos de capacitação e incentivos para superar essa barreira. Desta forma, pode-se concluir que a adoção do BIM tem acontecido nos cursos de graduação de IES do estado do Ceará, embora ainda de forma não institucionalizada. Neste sentido, este estudo proporcionou o compartilhamento de experiências positivas relacionadas a adoção do BIM na academia, contribuindo para geração de evidências sobre o que está sendo desenvolvido no cenário atual e para disseminação de informações que podem servir de referência para outros cursos.

Palavras-chave: BIM. Modelagem da Informação e Construção. Ensino-aprendizagem. AEEO.

ABSTRACT

In view of technological advances and innovation in the Architecture, Engineering, Construction and Operation Industry (AECO), BIM (Building Information Modeling) present itself as a methodology capable to collaborate to fill market demands and to improve the process of teaching-learning in undergraduate courses related to the sector. With the need for increased productivity, greater speed in the execution of more sustainable services and construction, BIM usage becomes an ally to achieve these objectives. With demands for trained professionals, it is up to universities to reformulate their curriculum to promote the implementation of BIM in their undergraduate courses. In view of this problem, the present study aimed to describe how the adoption of BIM is occurring in Higher Education Institutions (HEIs) in the state of Ceará in undergraduate courses in Civil Engineering, Architecture and Urbanism. To achieve this objective, a case study was carried out in three undergraduate courses in HEIs in the state that already used BIM in their teaching processes, adopting as a data collection strategy semi-structured interviews with representatives of the courses, application of questionnaires to teachers who used BIM in its disciplines and document collection. It was found that BIM was implemented in an institutionalized way in one of the courses. In the other two, the adoption is occurring in a timely manner in some disciplines, but discussions about the systematization of the implementation of the methodology are already underway. BIM is being used in the courses, mainly, as a project tool, but there are reports of its use as a teaching tool. It was possible to identify the main advantages perceived with the adoption of BIM, among which stand out the improvement of the quality of projects and a better understanding of the contents on the part of the students. The lack of trained teachers was identified as the main barrier to the adoption of BIM in courses. Institutional efforts were identified as training plans and incentives to overcome this barrier. Thus, it can be concluded that the adoption of BIM has taken place in undergraduate courses in HEIs in the state of Ceará, although still in a non-institutionalized way, in most cases. In this sense, this study provided the sharing of positive experiences related to the adoption of BIM in the academy, contributing to the generation of evidence about what is being developed in the current scenario and to the dissemination of information that can serve as a reference for other courses.

Keywords: BIM. Building Information Modeling. Teaching learning. AECO.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo de informações de modelo tradicional e modelo colaborativo	21
Figura 2 - Multidimensionalidade do BIM	21
Figura 3 - Modelo do sistema de representação utilizado para registrar as análises realizadas em relação à adoção do BIM no currículo	26
Figura 4 – Metodologia	27
Figura 5 - Estrutura Curricular 2012.2A de Arquitetura e Urbanismo da UFC	32
Figura 6 - Matriz curricular do curso de Engenharia Civil - UNIFOR.....	37
Figura 7 - Matriz curricular do curso de Engenharia Civil - FAS	42
Figura 8 - Inserção do BIM nas disciplinas do curso de Engenharia Civil - FAS.....	45
Figura 9 - Desenvolvimento dos Projetos Integradores (Parte 1).....	47
Figura 10 - Desenvolvimento dos Projetos Integradores (Parte 2).....	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Caracterização dos cursos e dos entrevistados	29
Quadro 2 - Ementa da disciplina Desenho Arquitetônico Auxiliado por Computador (Arquitetura e Urbanismo – UFC).....	53
Quadro 3 - Ementa e objetivos da disciplina Instalações Elétricas Prediais (Engenharia Civil – UNIFOR).....	54
Quadro 4 - Ementa e objetivos da disciplina Estradas (Engenharia Civil – UNIFOR).....	55
Quadro 5 - Competências desenvolvidas na disciplina Estradas (Engenharia Civil – FAS)	56
Quadro 6 – Ementa e objetivos da disciplina Projeto Integrador IV (Engenharia Civil – FAS)	57
Quadro 7 - Competências desenvolvidas na disciplina Projeto Integrador IV (Engenharia Civil – FAS).....	57
Quadro 8 - Iniciativas BIM	58
Quadro 9 - Capacitação docente	60
Quadro 10 - Tecnologias	60
Quadro 11 - Processo de implementação	61

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contextualização	14
1.2	Questões da pesquisa	16
1.3	Objetivos	16
1.3.1	Geral	16
1.3.2	Específicos	16
1.4	Justificativa	17
1.5	Delimitação da pesquisa	17
1.6	Roteiro temático	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	Modelagem da Informação da Construção (BIM)	19
2.2	O BIM no ensino de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo	23
2.3	Modelos de adoção do BIM na graduação	25
3	METODOLOGIA	27
3.1	Revisão da literatura e planejamento da pesquisa	27
3.2	Elaboração do roteiro da entrevista e do questionário	27
3.3	Realização das entrevistas	29
3.4	Aplicação dos questionários	29
3.5	Levantamento documental	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1	Caracterização do BIM nos cursos de graduação	31
4.1.1	<i>Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal do Ceará (UFC)</i>	31
4.1.1.1	<i>Iniciativas BIM</i>	33
4.1.1.2	<i>Capacitação docente</i>	34
4.1.1.3	<i>Tecnologias</i>	34
4.1.1.4	<i>Processo de implementação</i>	35
4.1.2	<i>Engenharia Civil – Universidade de Fortaleza (UNIFOR)</i>	36
4.1.2.1	<i>Iniciativas BIM</i>	38
4.1.2.2	<i>Capacitação docente</i>	39
4.1.2.3	<i>Tecnologias</i>	39
4.1.2.4	<i>Processo de implementação</i>	40
4.1.3	<i>Engenharia Civil – Faculdade Ari de Sá (FAS)</i>	41
4.1.3.1	<i>Iniciativas BIM</i>	43
4.1.3.2	<i>Capacitação docente</i>	50
4.1.3.3	<i>Tecnologias</i>	50

4.1.3.4	<i>Processo de implementação.....</i>	51
4.2	Caracterização de experiências em disciplinas.....	52
4.2.1	<i>Desenho Arquitetônico Auxiliado por Computador - Arquitetura e Urbanismo da UFC</i>	53
4.2.2	<i>Instalações Elétricas e Prediais - Engenharia Civil da UNIFOR.....</i>	54
4.2.3	<i>Estradas - Engenharia Civil da UNIFOR.....</i>	55
4.2.4	<i>Projeto Integrador IV - Engenharia Civil da FAS.....</i>	56
4.3	Análise comparativa.....	58
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
	REFERÊNCIAS.....	65
	APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA.....	69
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS DOCENTES.....	75

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Os avanços tecnológicos dos últimos anos permitiram uma maior participação de Tecnologias de Informação da Construção (TIC) na indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO). Com a necessidade de aumento de produtividade, maior velocidade na execução de serviços e construções mais sustentáveis, o uso da tecnologia se tornou um aliado para alcançar esses objetivos (EASTMAN *et al.*, 2014). O BIM (Building Information Modeling, do inglês ou Modelagem da Informação da Construção) está inserido nesse contexto.

Segundo Eastman *et al.* (2014), o BIM é definido como um modelo elaborado em forma digital com informações necessárias para a realização da construção e operação de um empreendimento. A evolução das TICs permitiu que todos os *stakeholders* (partes interessadas) tivessem acesso ao modelo a ser construído e a atualizações promovidas por outros atores no processo de construção (AGUILAR-MOLINA; AZEVEDO, 2015). Com isso, espera-se uma maior cooperação entre as equipes de projetistas, detecção de incompatibilidades, melhor compreensão do projeto e redução de tempo na quantificação de serviços (HASAN; RASHEED, 2019; BÖES, 2019).

No processo convencional de desenvolvimento e execução de projetos, a fragmentação das etapas pode provocar incompatibilidades entre os processos e produtos relacionados às diferentes fases/áreas da edificação (AGUILAR-MOLINA; AZEVEDO, 2015), mostrando a necessidade de colaboração entre profissionais de diferentes especialidades (CHECCUCCI, PEREIRA e AMORIM, 2014). Para solucionar essa situação, Checcucci, Pereira e Amorim (2014, p. 307) salientam que o BIM abrange um “processo colaborativo e integrado que utiliza um ambiente gráfico computacional tridimensional e paramétrico” para evitar incompatibilidades na fase de desenvolvimento de projetos, melhorar a compreensão do processo construtivo e aumentar a qualidade da execução da edificação. O conceito de modelagem paramétrica consiste na utilização de parâmetros que alteram as propriedades físicas e geométricas dos objetos modelados (EASTMAN *et al.*, 2014).

Por conta desses e de outros benefícios, o governo brasileiro através do decreto nº 9983 de 22 de agosto de 2019 criou a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling e instituiu o Comitê Gestor da Estratégia do BIM. As metas

estipuladas pela Estratégia BIM BR para serem atingidas até 2028 são: aumentar a produtividade das empresas em 10 % (produção por trabalhador das empresas que adotarem o BIM); reduzir custos em 9,7% (custos de produção das empresas que adotarem o BIM); aumentar em 10 vezes a adoção do BIM (hoje 5% do PIB da Construção Civil adota o BIM, a meta é que 50% do PIB da Construção Civil adote o BIM) e elevar em 28,9% o PIB da Construção Civil (BRASIL, 2018).

Em face do exposto, surge a problemática da carência de profissionais capacitados para ocupar vagas e trabalhar utilizando o BIM. Leal (2019) afirma que cabe às universidades a preparação da nova geração de profissionais com habilidades para suprir as necessidades da demanda de mercado. Ainda segundo a autora, torna-se inevitável a reformulação da matriz curricular para atender as inovações do setor.

Para formar esses profissionais capacitados para trabalhar com o BIM, faz-se necessária sua implantação na academia dentro dos cursos de graduação. As vantagens da utilização do BIM dentro da universidade segundo Checcucci e Amorim (2014) são os desenvolvimentos de: autonomia do estudante, capacidade de trabalhar em equipe, liderança, proatividade. Aguilar-Molina e Azevedo (2015) salientam que o BIM favorece o desenvolvimento de competências devido seu caráter integrador.

Porém, a adoção do BIM nas Instituições de Ensino Superior (IES) ainda não atingiu nível satisfatório, seja em nível internacional e, principalmente, em nível nacional, como sumarizado a seguir. O estudo do BIM nas universidades dos Estados Unidos da América foi iniciado antes dos anos 2000 (BECERIK-GERBER, GERBER e KU, 2011) e no Brasil a primeira publicação é do ano de 2002 (MACHADO, RUSCHEL e SCHEER, 2017). Em países da União Europeia, Kassem e Amorim (2015) verificaram que discussões sobre BIM já estavam presentes no ensino superior, mas o ensino do BIM não estava completamente implementado.

No Brasil, o curso com predominância de adoção do conceito foi Arquitetura, devido à necessidade visual do curso e ao incremento de tecnologias de modelagem 3D na área (BECERIK-GERBER, GERBER e KU, 2011). De acordo com os estudos de Leal (2019), Leal e Salgado (2019), Checcucci, Pereira e Amorim (2014), Aguilar-Molina e Azevedo (2015), a adoção do BIM em cursos de graduação no Brasil se encontra em fase inicial e ainda é utilizado de maneira pontual nas disciplinas. Ruschel, Andrade e Morais (2013) perceberam que o processo estava ocorrendo de forma gradual e, em sua maioria, alcançavam estágio de adoção introdutório.

Diante desse contexto, este trabalho se propõe a contribuir com estudos relacionados a problemática da necessidade de implantação do BIM nos cursos de graduação em Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo a partir da geração de informações sobre a adoção do BIM nesses cursos no estado do Ceará, conforme questões de pesquisa apresentadas a seguir.

1.2 Questões da pesquisa

Apesar dos grandes benefícios que o BIM pode trazer para a indústria de AEC e para o ensino nessa área do conhecimento e os esforços para sua adoção, ainda existem dificuldades para que isso se ocorra de modo geral. Sinteticamente, os principais desafios da implantação no ambiente acadêmico são a falta de tempo para preparação das aulas pelos facilitadores de conteúdo, falta de domínio tecnológico pelos alunos e professores e dificuldade no acesso à tecnologia pelas instituições de ensino (LEAL, 2019).

Diante disso, questiona-se: Como o BIM tem sido adotado no ensino de graduação em Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo?

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Diante da questão de pesquisa, tomou-se como objeto de estudo a adoção do BIM em Instituições de Ensino Superior a partir de casos no estado do Ceará com o objetivo geral de:

Caracterizar a adoção do BIM no ensino de graduação em Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no Ceará.

1.3.2 Específicos

Especificamente pretendeu-se:

- Caracterizar o processo de adoção do BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil;
- Caracterizar a utilização atual do BIM nos cursos Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil;
- Descrever as principais experiências de ensino-aprendizagem de adoção do BIM nesses cursos;

- Identificar as principais vantagens percebidas com a adoção do BIM nos cursos.
- Identificar as principais barreiras para adoção do BIM nos cursos.

1.4 Justificativa

Diante dos benefícios relacionados a adoção do BIM na Indústria da AECO, já apresentados anteriormente, surge a necessidade de profissionais cada vez mais preparados para projetar com o uso do BIM. As universidades, que tem como um dos seus objetivos principais formar profissionais para atender as demandas de mercado, tem a necessidade de revisar seu currículo para garantir o contato dos futuros profissionais da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) com o BIM e facilitar o processo de absorção desses profissionais pelo mercado de trabalho (CHECCUCCI; PEREIRA; AMORIM, 2013; RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013).

Outro fator motivador para a implementação do BIM no ambiente acadêmico são os decretos governamentais N° 9.983 de 2019 e N° 10.306 de 2020 que estabelecem, respectivamente, a Estratégia Nacional de Disseminação BIM com a criação do Comitê Gestor da Estratégia e a obrigatoriedade da utilização do BIM na execução de obras do governo federal partir de 2020 em diversas etapas de incrementação até o ano de 2028 (BRASIL, 2019; BRASIL, 2020).

Nesse sentido, este trabalho torna-se relevante à medida que proporciona o compartilhamento de experiências positivas relacionadas a implementação do BIM nas IES cearenses, contribuindo para geração de evidências sobre o que está sendo desenvolvido no cenário atual e para disseminação de informações que podem servir de referência e incentivo para outras IES implantarem o BIM em seus cursos de graduação.

1.5 Delimitação da pesquisa

Esta pesquisa delimitou-se a caracterização detalhada das experiências relacionadas ao ensino-aprendizagem do BIM em três IES do estado do Ceará nos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo a nível de graduação.

1.6 Roteiro temático

Este trabalho está distribuído em cinco seções, incluindo esta introdução que apresentou o contexto do trabalho, questão de pesquisa, objetivos e a justificativa. A segunda seção corresponde ao referencial teórico que apresenta a conceitualização do BIM, descreve como está ocorrendo a adoção do BIM no ensino de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo e maneiras de adoção do BIM na graduação.

O método de pesquisa do trabalho é apresentado na seção 3 detalhando as etapas seguidas para o alcance dos resultados. A quarta seção apresenta e discute os resultados encontrados, a qual, por sua vez, está subdividida em: caracterização do curso, caracterização de disciplinas e análise comparativa. Por fim, a última seção apresenta as considerações finais, seguindo das referências e apêndices ao final.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta a conceitualização do BIM. Expõem-se também a forma de adoção do conceito e como este está sendo implementado em cursos de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo.

2.1 Modelagem da Informação da Construção (BIM)

Gaspar e Ruschel (2017) mostraram a evolução do conceito conhecido atualmente como BIM. A definição mais antiga para o que se conhece como BIM foi descrita por Charles M. Eastman em 1974 como *Computer-Aided Architectural Design (CAAD)*. Segundo os autores, o termo contemporâneo CAAD, continua sendo um dos mais usados e perde apenas para o termo BIM que foi muito usado na última década, o que demonstra que muitas pesquisas estão sendo desenvolvidas para evolução desse conceito.

Já o termo *Building Information Modeling* foi usado pela primeira vez em 1992 pelos pesquisadores G.A. van Nederveen e F.P. Tolman que realizavam pesquisas no *Department of Civil Engineering, Computer Integrated Construction* na Universidade de Tecnologia de Delft na Holanda (GASPAR; RUSCHEL, 2017).

Para Checcucci (2019), o BIM envolve um conjunto de processos de trabalho e ferramentas computacionais para o desenvolvimento de um modelo virtual da edificação que possui informações da concepção, construção, operação e demolição.

Para Succar (2009, p. 357) o BIM envolve “um conjunto de políticas, processos e tecnologias” que abrange inúmeros agentes. No campo político se enquadram organizações (seguradoras, centros de pesquisa, instituições internacionais de educação e órgãos reguladores) que desenvolvem a função preparatória, regulatória e contratual (SUCCAR, 2009). No campo de processos estão inclusos todos os *stakeholders* da AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação) que utilizam a metodologia para adquirir, projetar, construir, fabricar, utilizar, gerenciar e manter os empreendimentos (SUCCAR, 2009). No campo de tecnologias estão incorporadas empresas desenvolvedoras de soluções tecnológicas de software e hardware (SUCCAR, 2009).

Segundo Grilo e Jardim-Goncalves (2010) o conceito BIM chega para modernizar o gerenciamento de informações de projetos. A ideia central do BIM é a construção do edifício com seus dados, em formato digital, para gerenciamento do ciclo de vida do imóvel (PENTTILÄ, 2006). O trabalho dentro dessa metodologia permite a

manipulação de objetos pré-definidos, com parâmetros e regras para alterar as propriedades desejadas (EASTMAN, et al., 2014).

Grilo e Jardim-Goncalves (2010) destacam que a evolução do BIM fez várias empresas com foco em desenvolvimento de *software* iniciarem pesquisas para elaborar uma linguagem de comunicação entre programas e para permitir a troca de informações entre aplicativos específicos de cada área. Com a necessidade de comunicação entre programas de diferentes empresas para relacionamento de negócios, surgiu a necessidade de conexão entre *softwares*. Essa interoperabilidade é importante para que *softwares* de diferentes disciplinas possam ler e usar arquivos de modeladores diferentes (BUILDINGSMART INTERNATIONAL, 2021).

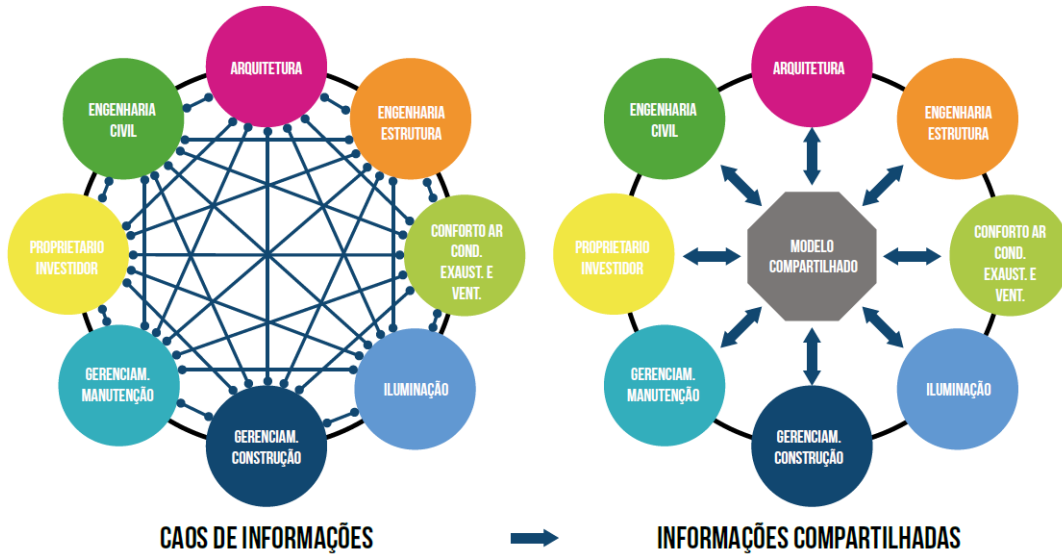
A *Industrial Alliance for Interoperability* (IAI), atualmente buildingSMART International, surgiu com o objetivo de desenvolver um protocolo para a interoperabilidade entre *softwares* de empresas diferentes, tornando possível a troca de informações através de padrões bem definidos (BUILDINGSMART INTERNATIONAL, 2021). A IAI criou o *International Foundation Classes* (IFC), que “é uma descrição digital padronizada do ambiente construído, incluindo edifícios e infraestrutura civil” (BUILDINGSMART INTERNATIONAL, 2021, p. 1). O formato permite o reconhecimento de informações geradas em outros softwares de forma que o tráfego de informação ocorra de maneira automatizada (ANDRADE; RUSCHEL, 2009).

A modelagem de uma edificação com BIM inclui todas as informações necessárias para sua construção. Segundo Wu *et al.* (2014, p. 557), o BIM pode ser resumido como “o processo e a tecnologia para produção, gerenciamento e compartilhamento físico e de dados funcionais” que servirão de apoio para extração de informações rápidas e precisas para construção e manutenção do imóvel.

Um modelo BIM é uma representação multidimensional das características da edificação e deve ser desenvolvido de acordo com o propósito em seus usos. Os modelos são elaborados de forma colaborativa para representar cada disciplina que compõe o empreendimento. O desenvolvimento colaborativo é realizado através de troca de informações entre diferentes equipes de trabalho e permite a correção de erros ainda na fase de projeto (CATELANI, 2016).

Muda-se, portanto, a lógica do processo de desenvolvimento de projetos, saindo de uma perspectiva linear e sequencial para uma perspectiva dinâmica e colaborativa que diminui as perdas de informação e melhoram o fluxo da informação, como apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxo de informações de modelo tradicional e modelo colaborativo

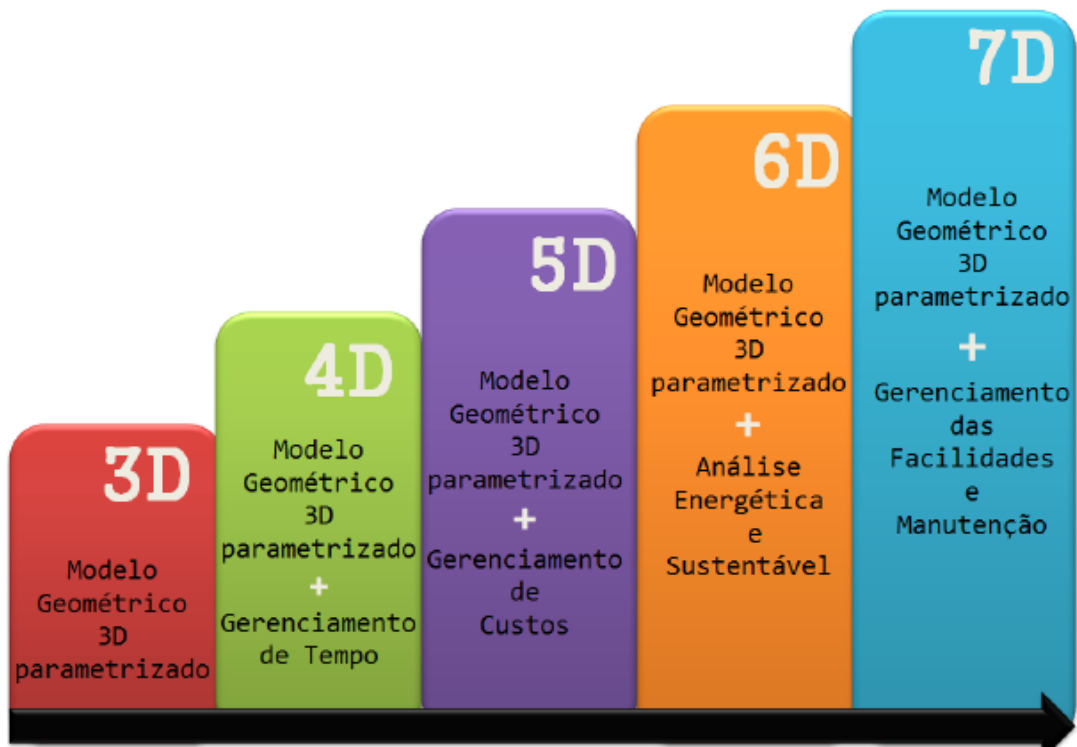


Fonte: Catelani (2016).

O fluxo de informações no processo tradicional ocorre de maneira desordenada. Já a troca de informações em modelo BIM ocorre com os dados sendo transmitidos pelo modelo compartilhado, tornando possível o aproveitamento das informações por todos os envolvidos no processo (CATELANI, 2016). Nos projetos elaborados em CAD, nos quais as representações são em plantas, cortes e vistas, o leitor deve juntar as informações fragmentadas e elaborar o modelo tridimensional mentalmente. Com o BIM, a visualização do projeto em três dimensões (3D) permite uma melhor visualização, melhor compreensão e garante a eficácia na comunicação entre todos os envolvidos na elaboração, construção e operação do empreendimento (CATELANI, 2016).

Outra característica importante do BIM é a sua multidimensionalidade, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Multidimensionalidade do BIM



Fonte: Assunção (2017).

De acordo com Garibaldi (2020), a dimensão do modelo BIM 3D permite a visualização em três dimensões, com a parametrização de objetos gráficos e não gráficos. Ainda, a inclusão de parâmetros relacionados ao tempo das atividades no canteiro de obras na dimensão 3D, permite identificar conflitos no processo construtivo e definir um melhor sequenciamento para a realização de cada serviço. Ainda de acordo com o autor, a inclusão de custo de serviço ao modelo 3D forma o modelo 5D e este permite a elaboração do orçamento geral da construção.

Já a sexta dimensão (6D) está relacionada a inclusão de dados do consumo energético ao modelo 3D, para permitir a utilização de materiais mais sustentáveis. De acordo com Farias e Lima (2021), a necessidade de construções mais sustentáveis influenciou na criação da dimensão 6D do BIM. Essa dimensão foca em informações sobre consumo de energia para construção, estimativa de vida útil de componentes e gasto energético para operação do empreendimento.

Por fim, Garibaldi (2020) destaca que o modelo 7D está relacionado a inclusão de informações de gestão de manutenção dos sistemas que compõe o empreendimento. Segundo Assunção (2017), esse modelo possui dados referentes a fabricação, modelo, garantia e manutenção dos equipamentos.

Com a utilização de modelagem BIM 4D em sistema de produção no canteiro de obras de construção, Biotto, Formoso e Isatto (2015) analisaram algumas etapas em obras verticais, envolvendo serviços de estrutura e alvenaria, e em obras horizontais, envolvendo terraplanagem e fundação. Foi identificado que o modelo aumentou a comunicação e o entendimento das decisões entre os participantes do projeto e que também possibilitou a simulação de vários cenários de forma rápida para a tomada de decisão.

Hasan e Rasheed (2019) analisaram a percepção de arquitetos e engenheiros civis, mecânico e elétrico dos setores público e privado da construção civil iraquianos sobre o modelo BIM 5D e identificaram como benefícios: aumento da compreensão do projeto, maior colaboração entre as equipes, fornecimento de um quantitativo mais preciso do custo por metro quadrado e uma redução na requisição de mudanças.

Diante desses benefícios e da problemática já citada anteriormente em relação a necessidade da implantação do BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil, é necessário entender como está sendo trabalhado o BIM dentro da academia e a evolução desse processo no Brasil e no Ceará, conforme abordado na próxima seção.

2.2 O BIM no ensino de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo

Devido aos benefícios cada vez mais percebidos, percebe-se um esforço por parte de algumas empresas construtoras e projetistas na adoção do BIM. Com a necessidade de profissionais qualificados, cabe as Instituições de Ensino Superior adaptar seus currículos para formar profissionais para suprir as demandas de mercado (BARISON; SANTOS, 2010). Para suprir essa carência, Checcucci (2014) relata que o contato dos discentes com o BIM nas escolas está ocorrendo de forma pontual no currículo e que isso é viabilizado baseado no empenho dos docentes. Barison e Santos (2011) ressalta que as experiências de ensino de BIM na academia são novas e baseadas em experiências que ainda não são consolidadas.

Checcucci, Pereira e Amorim (2011) realizaram um levantamento em eventos e revistas nacionais e internacionais relacionadas ao BIM e identificaram publicações de 38 trabalhos científicos com o envolvimento de 48 pesquisadores brasileiros nos períodos de 2005 a 2010. Foi possível constatar o crescimento na produção científica realizada por pesquisadores brasileiros. As publicações se concentravam na região Sul e Sudeste do país e São Paulo foi o estado com maior produção, com mais de 50% da produção total. As Instituições de Ensino Superior nacionais que se destacaram nas publicações foram: Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade

Estadual de Campinas (UNICAMP) e Universidade Presbiteriana Mackenzie (CHECCUCCI; PEREIRA; AMORIM, 2011).

Dois anos depois, Checcucci, Pereira e Amorim (2013) ao analisarem o perfil dos participantes do V Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (2011), constataram que a área de atuação dos entrevistados é em sua maioria focada em projeto de edificação (42%), ensino (26%) e construção (25%). Em outra etapa da pesquisa foram avaliadas as mudanças que ocorreram nas fases de projeto e construção com a utilização de BIM. Percebeu-se que as maiores mudanças percebidas estão na fase de projeto e que não foi citada mudança na fase de manutenção ou reciclagem da edificação. Isso mostra que a adoção do BIM no país está na fase incipiente, pois ainda não foram percebidas as mudanças na fase de operação do empreendimento (CHECCUCCI; PEREIRA; AMORIM, 2013).

Checcucci (2019) ao realizar o levantamento de trabalhos científicos na pós-graduação de 2013 a 2018, verificou que a produção científica brasileira relacionada ao BIM não se restringe a graduação. A autora constatou que a maioria dos trabalhos de pós-graduação são apresentados em mestrados e que se concentram na categoria Projeção. Nesse grupo se encaixam estudos de: gestão, que discutem gestão, coordenação, compatibilização e/ou colaboração multidisciplinar; conforto e sustentabilidade, que tratam de questões de redução de resíduos e gastos energéticos; e, aplicação, que tratam da adoção e experiências de BIM em projetos (CHECCUCCI, 2019).

Böes (2019) realizou em seu trabalho de caracterização da maturidade BIM no estado do Ceará, um levantamento relacionado ao uso do BIM na academia. O trabalho envolveu 26 cursos de graduação, sendo 17 de Engenharia Civil e 9 de Arquitetura e Urbanismo, distribuídos em todas as regiões do estado. Foi constatado que apenas 54% dos cursos possuíam conhecimento do Decreto 9.337/2018 e que o contato com o BIM ocorria em 88% dos cursos, sendo que em algumas situações o convívio ocorria em grupo de estudos (8%), iniciação científica (46%) e em disciplinas (19%). Isso evidenciou que o assunto é tratado de maneira não institucionalizada, extracurricular e superficial nas instituições do estado (BÖES, 2019).

Em outra parte do trabalho, Böes (2019) constatou que o principal desafio para a implementação do BIM nas IES foi a preparação do corpo docente. Esse desafio deve ser enfrentado, pois o professor deve possuir competências para repassar aos discentes (BÖES, 2019). Outro ponto constatado foi que o BIM utilizado em disciplinas, era trabalhado em

maioria nas cadeiras de representação gráfica e projeto de arquitetura. Isso mostrou que o estado atual do BIM nas Instituições do estado é introdutório (BÖES, 2019).

Para estimular a troca de experiências sobre o BIM, a ANTAC organiza o Encontro Nacional sobre o Ensino de BIM (ENEBIM). Este evento reúne professores, pesquisadores, instrutores e consultores para trocar experiências e incorporar o BIM no ensino (ANTAC, 2021).

2.3 Adoção do BIM na graduação

A adoção pontual ou integrada são as formas mais utilizadas para a adoção do BIM na graduação. Segundo Checcucci (2014), a inserção pontual ocorre com a utilização de Modelagem da Informação da Construção em uma ou mais disciplinas do currículo, e a inserção integrada do paradigma BIM ocorre com a discussão do conteúdo incorporado ao currículo em diferentes disciplinas em diversos componentes curriculares e momentos do curso. Checcucci e Amorim (2014) acrescentam que a adoção pontual pode ocorrer com a criação de disciplinas para o ensino do BIM.

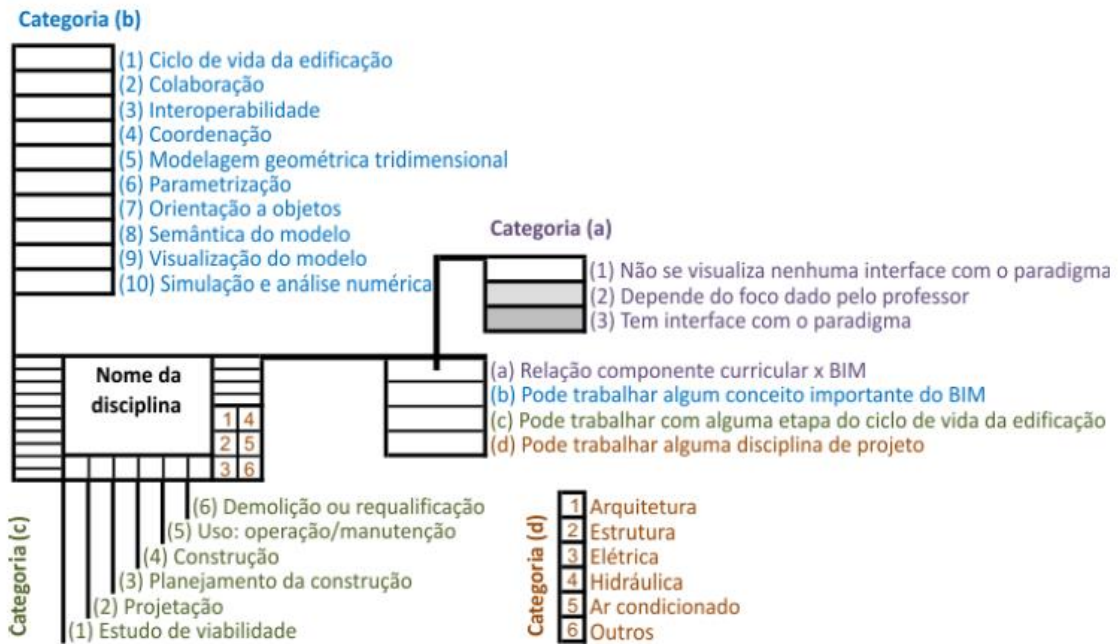
O Projeto Político Pedagógico (PPP) de cada curso deve passar por reformulações de acordo com os objetivos e meios disponíveis (CHECCUCCI; AMORIM, 2014), para implantação longa e com etapas graduais (CHECCUCCI; PEREIRA; AMORIM, 2014), partindo do início do curso e desenvolvendo-se durante toda a graduação (SACKS; BARAK, 2010), de maneira integrada aos conteúdos, já que segundo Rebolj, Menzel e Dinevski (2008) a segmentação fornece conhecimento limitado.

A adoção na parte inicial do curso de um software BIM como primeiro recurso de desenho gráfico foi justificada por Sacks e Barak (2010) pela facilidade de entendimento dos sistemas construtivos em comparação com alunos que inicialmente tiveram contato com ferramentas de Desenho Auxiliado por Computador (CAD). Romcy, Tinoco e Cardoso (2015) justifica a utilização de software com conceitos BIM para calouros, pois constatou que alunos que tiveram contato com software de BIM antes de software CAD, adotaram o Building Information Modeling como ferramenta de trabalho. Romcy, Tinoco e Cardoso (2015) também perceberam uma dificuldade de aprendizagem dos alunos quando o contato com ferramentas de modelagem BIM ocorria no final da graduação.

Checcucci (2014) desenvolveu um método para identificação de conteúdo com interação do BIM com a grade curricular de cursos de Engenharia Civil. O procedimento consiste no preenchimento de caixas (que representam disciplinas), mostradas na Figura 3,

de acordo com a interface, área de conhecimento, etapa do ciclo de vida da edificação e disciplina de projeto em que podem ser trabalhado o conteúdo com a utilização do BIM. Com o preenchimento de todas as caixas, é possível saber quais disciplinas possuem maior interface com o BIM e em que área, etapa do ciclo de vida e disciplina o BIM pode ser trabalhado.

Figura 3 - Modelo do sistema de representação utilizado para registrar as análises realizadas em relação à adoção do BIM no currículo



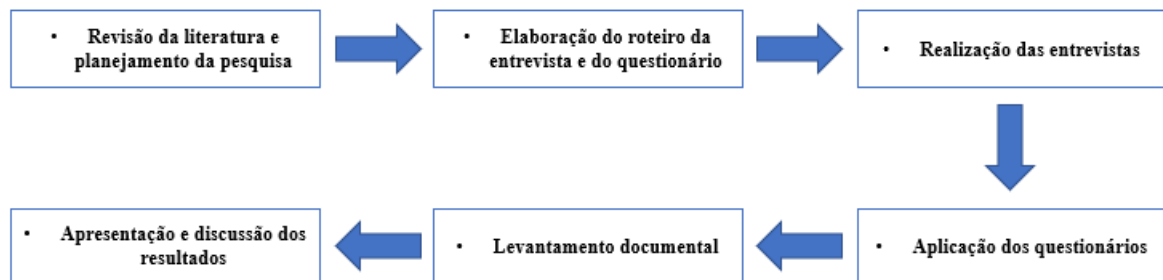
Fonte: Checucci (2014).

Barison (2015) desenvolveu um método, implementado por meio de questionário on-line, que consiste em identificar competências que podem ser desenvolvidas em disciplinas. Inicialmente o respondente preenche o nome da universidade, o nome do curso e o nome da disciplina. Posteriormente, seleciona na ferramenta os conhecimentos prévios dos alunos que irão cursar a disciplina e quais habilidades quer atingir. A ferramenta processa as informações recebidas e fornece grupos de conceitos e usos de BIM que poderão ser utilizadas para atingir as competências desejadas.

3 MÉTODO DE PESQUISA

A Figura 4 apresenta as etapas que foram seguidas no trabalho e que são descritas detalhadamente na sequência.

Figura 4 – Metodologia



Fonte: Autor (2021)

3.1 Revisão da literatura e planejamento da pesquisa

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o BIM, panorama geral da adoção do BIM na academia no Brasil e no Ceará e modelos de adoção em cursos graduação. A partir da leitura de artigos sobre o tema, foi realizado o planejamento da pesquisa.

A presente pesquisa trata-se de um estudo de caso, descritiva, de natureza qualitativa. A coleta de dados ocorreu por meio de aplicação de questionário e entrevista em profundidade amparado por roteiro semiestruturada, além do levantamento de documentos. A análise dos dados ocorreu separadamente em cada estudo de caso e posteriormente foi realizada uma análise comparativa entre os três casos.

Trata-se de: qualitativa por envolver um método de análise pra descrição de um sistema; pesquisa descritiva por procurar descrever ações e aplicações recentes do BIM em cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo em IES do estado do Ceará; pesquisa qualitativa por procurar descrever fenômenos segundo a perspectiva dos participantes da situação (NEVES, 1996).

3.2 Elaboração do roteiro da entrevista e do questionário

A elaboração da entrevista e do questionário ocorreu após a revisão da literatura. Os roteiros foram elaborados com base em Checcucci (2014), Checcucci, Pereira e Amorim, (2014), Checcucci e Amorim (2014) e Böes (2019).

A entrevista foi dividida nas seguintes seções: I. Introdução; II. Iniciativas BIM; III. Capacitação Docente; IV. Tecnologias; V. Processo de implementação; VI. Identificação dos docentes. Foram realizadas 40 perguntas no total. O roteiro da entrevista se encontra no Apêndice A.

As perguntas da seção I da entrevista procuraram identificar o representante, sua função, instituição, curso, se a instituição era pública ou privada e o número de alunos no curso. Na seção II, buscou-se entender os motivos da adoção, quem conduziu o processo, quanto tempo o curso tinha no início do processo, as barreiras encontradas e a produção científica do curso relacionada ao tema BIM.

Na seção III buscou-se identificar o nível de conhecimento e envolvimento dos docentes em relação ao BIM, competências exigidas na contratação, planos de capacitação e ações realizadas pelo curso para incentivar os docentes a adotarem o BIM. Na seção IV buscou-se caracterizar as tecnologias utilizadas e disponíveis no curso para sustentar a implementação do BIM, como parcerias com fabricantes de Hardwares e Softwares, infraestrutura dos laboratórios, etc.

A seção V teve como objetivo entender o processo de implementação: se foi considerada alguma base conceitual, se houve planejamento, se foram seguidas etapas específicas e quais foram as principais dificuldades de cada uma. O objetivo da seção VI foi identificar professores que adotaram a metodologia BIM em disciplinas do curso para posterior aplicação dos questionários a esses professores

O questionário foi dividido nas seguintes seções: I. Identificação do perfil docente; II. Caracterização da disciplina; III. Percepção dos discentes; IV. Recomendação de boas práticas. Na elaboração do questionário foi definido que as perguntas da seção II, III e IV não seriam obrigatórias. Essa estratégia foi adotada para que o respondente ficasse à vontade para responder apenas aos questionamentos que se encaixassem na sua situação. O roteiro do questionário se encontra no Apêndice B.

O questionário foi aplicado para professores que utilizam BIM em suas disciplinas. Na seção I buscou-se entender o perfil do docente. Na seção II procurou-se entender a forma de abordagem do BIM na disciplina, a ementa e o processo avaliativo. A seção III tinha o objetivo de captar a percepção e as resistências encontradas pelos alunos pela ótica do professor. Na seção IV buscou-se receber recomendações para a implementação do BIM em cursos de graduação diante da experiência vivenciada pelos professores.

3.3 Realização das entrevistas

A seleção das Instituições de Ensino Superior ocorreu seguindo os seguintes critérios: (1) IES públicas ou privadas com cursos de graduação em Engenharia Civil ou Arquitetura e Urbanismo; (2) envolvimento com o BIM no processo de ensino-aprendizagem desses cursos; (3) disponibilidade para participar da pesquisa.

Com a delimitação descrita anteriormente foram escolhidos o curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Ceará, o curso de Engenharia Civil da Universidade de Fortaleza e o curso de Engenharia Civil da Faculdade Ari de Sá.

Nesta etapa, foram entrevistados um representante de cada curso. A entrevista ocorreu por meio de videochamada na plataforma Google Meet. As entrevistas foram realizadas entre os dias 18 e 26 de janeiro de 2021 e com durações que variaram de 30 minutos a 1 hora e 11 minutos, conforme sumarizado no Quadro 1.

Quadro 1 - Caracterização dos cursos e dos entrevistados

Instituição de ensino	Universidade Federal do Ceará	Universidade de Fortaleza	Faculdade Ari de Sá
Curso analisado	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia Civil	Engenharia Civil
Tipo de instituição	Pública	Privada	Privada
Cargo	Docente	Coordenador de curso	Docente
Data da entrevista	26/01/2021	21/01/2021	18/01/2021
Duração da entrevista	0:35:16	00:30:14	01:11:47

Fonte: Autor (2021).

3.4 Aplicação dos questionários

A aplicação do questionário ocorreu por meio do Google Forms. Os respondentes foram professores que estavam utilizando a metodologia BIM em suas disciplinas nos cursos estudados e foram indicados pelos representantes do curso da seção 3.3. No total 4 professores atuantes nas três IES responderam ao questionário.

3.5 Levantamento documental

Foi solicitado o Projeto Político Pedagógico (PPP) aos representantes dos cursos. Essa etapa foi necessária para melhor entendimento do que foi repassado na entrevista. Apenas o PPP do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Ceará foi disponibilizado. Para obtenção de algumas informações que não foram obtidas por documentos oficiais, foram consultados websites das instituições.

Para melhor descrição das experiências de implementação do BIM nas disciplinas foi solicitada a ementa para os professores, por meio do questionário do Google Forms. As ementas disponibilizadas foram das disciplinas: Instalações Elétricas Prediais e Estradas da Universidade de Fortaleza e Projeto Integrador IV da Faculdade Ari de Sá. O discente responsável por Desenho Arquitetônico Auxiliado por Computador (DAAC) da Universidade Federal do Ceará respondeu ao formulário, mas não descreveu a ementa da disciplina. Parte da ementa não enviada foi consultada no PPP de Arquitetura e Urbanismo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção consiste na apresentação dos resultados dos estudos de caso realizados e está subdividida da seguinte forma: (1) Caracterização do BIM nos cursos de graduação; (2) Caracterização de experiências em disciplinas e (3) Análise comparativa.

4.1 Caracterização do BIM nos cursos de graduação

Os resultados apresentados nessa seção foram encontrados através das entrevistas realizadas com cada representante do curso. Algumas informações que foram apresentadas ao longo do texto oriundas de outras fontes, foram devidamente referenciadas.

4.1.1 *Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal do Ceará (UFC)*

O curso de Arquitetura e Urbanismo da instituição pública, Universidade Federal do Ceará, iniciou suas atividades letivas em 1965. A formação é dividida em 10 semestres, sendo oito para disciplinas e dois para o desenvolvimento de trabalho de término de curso, conforme a estrutura curricular apresentada na Figura 5. De acordo com Projeto Político Pedagógico (PPP), o curso é estruturado nos seguintes eixos curriculares: Percepção e Representação; Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo; Projeto Arquitetônico; Projeto Urbanístico; Tecnologia; e, Inter-áreas (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2011). Atualmente o curso de graduação é ministrado no campus do Benfica e possui de 300 a 500 alunos.

Figura 5 - Estrutura Curricular 2012.2A de Arquitetura e Urbanismo da UFC

1º Semestre	2º Semestre	3º Semestre	4º Semestre	5º Semestre	6º Semestre	7º Semestre	8º Semestre	9º Semestre	10º Semestre
Desenho de Observação	Resistencia e Estabilidade Das Estruturas 1	Sistemas Estruturais 1	Sistemas Estruturais 2	Projeto Arquitetônico 3	Projeto Arquitetônico 4	Projeto Arquitetônico 5	Projeto Arquitetônico 6	Prática Profissional	Ateliê de Trabalho de Curso 2
Elementos de Programação Visual	Topografia	Projeto Arquitetônico 1	Projeto Arquitetônico 2	Condicionamento Ambiental 1	Condicionamento Ambiental 2	Legislação Urbana e Ambiental	Patrimônio Cultural Edificado	Ateliê de Trabalho de Curso 1	Trabalho de Curso 2
Espaço e Forma 1	Desenho Arquitetônico	Planejamento Urbano Regional 1	Projeto de Arquitetura Paisagística	Instalações e Equipamentos na Edificação 1	História da Arquitetura e Urbanismo 3	História da Arquitetura Urbanismo 4	Projeto Urbanístico 4	Trabalho de Curso 1	
História da Arte	Planejamento da Paisagem	Desenho Arquitetônico Auxiliado por Computador	Sistemas e Materiais de Construção 2	História da Arquitetura e Urbanismo Brasil 2	Projeto Urbanístico 2	Projeto Urbanístico 3	Estágio Supervisionado		
Introdução à Arquitetura e Urbanismo	História da Arquitetura e Urbanismo 1	Sistemas e Materiais de Construção 1	Planejamento Urbano Regional 2	Projeto Urbanístico 1	Instalações e Equipamentos na Edificação 2				
Geometria Descritiva	Espaço e Forma 2	História da Arquitetura e Urbanismo 2	História da Arquitetura e Urbanismo Brasil 1						

Fonte: Universidade Federal Do Ceará (2011).

4.1.1.1 Iniciativas BIM

A implantação do BIM iniciou com o objetivo de melhorar a qualidade dos projetos desenvolvidos ao longo do curso. O processo de adoção foi iniciado e conduzido pelos professores, baseados em suas experiências. O processo foi iniciado em 2009 com aplicações pontuais e, com o passar dos anos, outros professores foram adotando a metodologia. Segundo Romcy, Tinoco e Cardoso (2015), a introdução do BIM inicialmente foi na disciplina Desenho Arquitetônico 02, pertencente ao 7º semestre e, com a reformulação dos conteúdos, a disciplina passou a se chamar Desenho Arquitetônico Assistido por Computador e foi deslocada para o 3º semestre.

Como barreira encontrada para a adoção, temos a “falta de interesse do corpo docente, porque apesar de ter sido implementado por membros do corpo docente não significa que todo o corpo docente tenha aderido”. A respondente também relatou que o BIM “não é enxergado como prioridade no currículo”. Outro empecilho encontrado foi o conservadorismo de alguns professores no desenvolvimento de projetos de arquitetura.

Como resultado da adoção do BIM, docentes e discentes do curso tem desenvolvido uma série de trabalhos e publicando-os em eventos acadêmicos ou periódicos. Tem-se como exemplos o Encontro Nacional sobre o Ensino de BIM (ENEBIM) e o Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC).

Como extensão acadêmica no curso, destaca-se o Programa de Extensão LED (Laboratório de Experiência Digital) que promove cursos de capacitação e workshops sobre TIC (Tecnologia da Informação da Construção) trabalhando assuntos como: Fabricação Digital, Modelagem Paramétrica e assuntos específicos sobre BIM. O LED também agrega alunos de iniciação científica que desenvolvem projetos voltados, por exemplo, a automação no desenvolvimento de projetos e na implantação de BIM no setor público.

Como exemplo, pode-se citar o processo de implantação no setor público que ocorreu na Superintendência de Infraestrutura e Gestão Ambiental da Universidade Federal do Ceará (UFCInfra). A adoção ocorreu graças à parceria entre o setor de Coordenadoria de Projetos e Obras (CPO) da UFCInfra e o LED. Segundo Romcy, Cardoso e Lima (2019), a implantação ocorreu em 3 etapas. A primeira etapa ocorreu com a aplicação de dois treinamentos para a equipe do CPO com o objetivo de introduzir o conhecimento de BIM e instruir os profissionais sobre o processo modelagem e documentação. Na segunda etapa ocorreu o desenvolvimento da modelagem de um refeitório e um bloco didático executados

no campus. Na terceira fase, buscou-se o desenvolvimento de um material didático para relatar as experiências adquiridas.

Segundo a entrevistada, o conhecimento sobre o conceito BIM possibilitou aos alunos “uma visão mais ampla sobre as Tecnologias de Informação da Construção (TIC)”, impulsionando-o no mercado de arquitetura. Esse conhecimento, aliado aos conhecimentos tradicionais do curso, permite o discente desenvolver competências para projetar com rapidez e qualidade.

4.1.1.2 Capacitação docente

O nível de conhecimento em BIM por parte dos docentes é considerado mediano, segundo a respondente. Mesmo com uma maior adoção ao longo dos anos, o nível de envolvimento em BIM do corpo docente ainda é considerado mediano. Como a metodologia BIM não é institucionalizada no curso, não há preparação dos docentes já contratados, nem incentivo ou programa para capacitá-los.

Nas contratações não foram exigidas competências relacionadas ao BIM e não foi elaborado nenhum plano de capacitação dos docentes já contratados. A porcentagem de docentes que manipulam tecnologias BIM é de 31 a 50% e não há incentivo para o corpo docente se capacitar.

4.1.1.3 Tecnologias

Os investimentos em tecnologia por parte da instituição foram considerados como o esperado. Atualmente os discentes possuem acesso a 3 laboratórios de computação gráfica, sendo 2 deles mais recentes, com 30 computadores cada, que possuem equipamentos em configurações diversas, mas que suprem a necessidade do curso. São utilizados softwares com licenças educacionais, como exemplo o Archicad, resultados da parceria entre a universidade e empresas desenvolvedoras de software. A maior deficiência relatada foi em relação à rede de internet, que dificulta o processo de colaboração no desenvolvimento de projetos.

4.1.1.4 Processo de implementação

A implantação foi orgânica, não houve o planejamento do processo. O início se deu de forma pontual em disciplina individualizada e à medida que novos professores foram sendo contratados para lecionar em disciplinas de projeto e que já tinham conhecimento em BIM, a metodologia foi sendo utilizada no desenvolvimento de projetos nas disciplinas. Atualmente, com o processo de revisão do Projeto Político Pedagógico (PPP), a implantação do BIM está sendo sistematizada e institucionalizada no curso.

O primeiro contato do aluno com BIM no atual PPP ocorre no 3º semestre, através do componente curricular Desenho Arquitetônico Auxiliado por Computador (DAAC). A disciplina busca mostrar aos estudantes tecnologias digitais e ferramentas básicas de representação gráfica para desenvolvimento de projeto, sendo lecionada em 64 horas semestrais (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2011). O componente curricular que antes era lecionada em AutoCAD passou a ser ensinada no software BIM Archicad. Essa cadeira é considerada estratégica, pois é específica para mostrar os benefícios do BIM e é lecionada antes de o aluno conhecer outras ferramentas de representação digital. Algumas disciplinas também trabalham com o BIM de forma não exclusivamente ferramental como, por exemplo, a disciplina de Conforto Ambiental, em que os alunos trabalham análise energética e de desempenho ambiental. O contato com o BIM segue até o 8º semestre do curso.

O BIM também é utilizado ao longo do curso de diversas maneiras. Na maioria das disciplinas de projeto arquitetônico, os projetos são desenvolvidos utilizando ferramentas BIM. Em outras disciplinas o aluno agrega o BIM aos conteúdos absorvidos em salas de aula para o desenvolvimento de atividades extracurriculares.

Além disso, o BIM está presente em disciplinas optativas como por exemplo, Espaço e Forma 3 que trabalha modelagem paramétrica com BIM. Recentemente a disciplina de Materiais de construção também trabalhou alguns exercícios e aplicações na realização de composições de materiais usando softwares BIM. De acordo com a Docente entrevistada, o BIM entra de forma muito natural nas disciplinas como um meio e não como o fim.

Os principais desafios estão relacionados a implantação em disciplinas cujos professores não possuem capacitação relacionada ao BIM.

Atualmente, estão sendo desenvolvidas ainda estratégias de colaboração entre as disciplinas. Partindo de uma experiência mais espontânea, essas ações estão ainda sendo consolidadas.

4.1.2 Engenharia Civil – Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

A Universidade de Fortaleza (UNIFOR) é uma instituição privada localizada no bairro Edson Queiroz em Fortaleza no estado Ceará. Atualmente oferece diversos cursos em níveis de graduação, pós-graduação e educação continuada. O curso de Engenharia Civil, que possui mais de 1000 alunos e é dividido em 10 semestres, conforme apresentado na Figura 6. De acordo com o site institucional, o curso busca desenvolver no futuro profissional a capacidade analítica para resolução de problemas de gestão, supervisão, coordenação e orientação técnica (UNIVERSIDADE DE FORTALEZA, 2021).

Figura 6 - Matriz curricular do curso de Engenharia Civil - UNIFOR

1º Semestre	2º Semestre	3º Semestre	4º Semestre	5º Semestre	6º Semestre	7º Semestre	8º Semestre	9º Semestre	10º Semestre
Algoritmos Prog. Computadores	Álgebra Linear	Cálculo III	Cálculo Numérico	Administração, Empreendedorismo e Inovação	Análise das Estruturas	Estruturas de Concreto I	Estradas	Barragens	Atividades Complementares
Cálculo I	Cálculo II	Elementos de Resistência dos Materiais	Desenho de Construção Civil	Construção Civil I	Atividade de Estágio - Engenharia Civil	Hidrologia	Estruturas de Concreto II	Concreto Protendido e Premoldado	Projeto Estrutural
Expressão Gráfica	Física I	Física II	Eletricidade e Magnetismo	Elementos de Economia	Construção Civil II	Instalações Elétricas e Prediais	Estruturas Metálicas	Pavimentação e Drenagem	TCC II - Engenharia Civil
Introdução a Engenharia Civil	Geologia Aplicada a Engenharia	Materiais de Construção Civil I	Materiais de Construção Civil II	Hidráulica	Estágio Supervisionado - Engenharia Civil	Planejamento e Gestão de Projetos e Obras	Produção de Trabalhos Científicos	Pontes	Tecnologia e Economia dos Transportes
Química Tecnológica	Topografia	Probabilidade e Estatística	Mecânica dos Fluidos	Mecânica dos Solos	Instalações Hidráulica e Sanitárias	Segurança e Saúde Ocupacional		TCC I - Engenharia Civil	
Ética e Legislação Profissional		Tópicos de Gestão Ambiental	Resistência dos Materiais II	Resistência dos Materiais II	Saneamento Ambiental				

Fonte: Adaptado Universidade de Fortaleza (2021).

4.1.2.1 Iniciativas BIM

A instituição adotou a metodologia BIM com o objetivo de atender aos seguintes aspectos: adequação a novas tecnologias, atendimento a uma nova obrigatoriedade, atendimento às exigências de mercado e à demanda dos alunos. O processo de adoção está ocorrendo desde 2018 e de forma não institucionalizada. A iniciativa de adoção foi da coordenação do curso e dos professores, está ocorrendo de forma individualizada em algumas disciplinas e será sistematizada com a nova matriz curricular.

O BIM é utilizado na IES, preponderantemente, como uma ferramenta de projeto. Os professores são incentivados também a usar a metodologia BIM para traçar uma conexão entre os conteúdos, se comunicando com as outras disciplinas.

A estruturação da nova matriz curricular está em desenvolvimento e sendo conduzida pela coordenação do curso (membros internos) baseado em suas experiências. Como principal barreira para a implantação destaca-se a “falta de capacitação do corpo docente”.

Como resultado do processo de disseminação do BIM dentro da instituição, pode-se citar a elaboração de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) e publicações no Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC) e Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON).

A IES promove anualmente um evento denominado Encontro de Pesquisa em Ciências da Cidade que está na sua 4^o edição em 2021. O periódico do evento recebe trabalhos de alunos e professores relacionados a temática e ainda promove uma integração entre os cursos de Engenharia Civil e Arquitetura.

Como mais uma atividade de disseminação de BIM, a IES por meio de programas de extensão acadêmica realiza palestras e minicursos sobre o tema. Em relação a iniciação científica, há grupos de estudos que tem trabalhado na aplicação do Building Information Modeling.

Segundo o representante do curso, percebeu-se como vantagem no ambiente acadêmico o “melhor entendimento” dos conteúdos que são trabalhados utilizando conceitos e ferramentas BIM. Como destaque fora do ambiente acadêmico, recebido por meio de feedback de alunos, o conhecimento em BIM é um diferencial em processos seletivos do mercado de trabalho.

4.1.2.2 Capacitação docente

De acordo com o representante do curso, o nível de conhecimento do corpo docente é considerado mediano, mas o nível de envolvimento nas atividades de capacitação é considerado muito alto. Ainda de acordo com o respondente, após o início do processo de adoção da metodologia, o curso não realizou contratação de novos professores e, conseqüentemente, não houve adoção de novos requisitos na admissão de docentes e a IES optou por preparar os docentes já contratados.

A coordenação do curso elaborou um conjunto de ações para melhorar o nível de conhecimento dos educadores. O plano consiste em oferecer cursos, com foco ferramental, metodológico e conceitual, para promover a preparação dos docentes e torna-los especialistas. Os cursos são conduzidos por professores que já fazem parte do quadro de funcionários e que possuem boas experiências no assunto. A ideia é capacitar os professores para que desenvolvam atividades interdisciplinares com a finalidade de promover uma visão holística aos alunos no desenvolvimento de projetos.

O curso de Engenharia Civil da UNIFOR possui, em seu quadro de professores, de 31 a 50 % de docentes que manipulam algum tipo de tecnologia BIM. A coordenação, buscando elevar esse número, organiza palestras para mostrar a necessidade de conhecimento e manipulação ferramental da metodologia.

4.1.2.3 Tecnologias

A instituição de ensino aproveitou toda a infraestrutura tecnológica que possuía e, portanto, não realizou grandes investimentos em software, hardware e em rede. A IES firmou parceria com a Autodesk para garantir o acesso a todos os softwares da desenvolvedora por parte de alunos e funcionários. Portanto, o investimento foi considerado pelo respondente como o esperado.

Os softwares utilizados na IES como ferramenta de suporte para utilização da metodologia BIM são Revit, Archicad, TQS e Navisworks.

4.1.2.4 Processo de implementação

A instituição encontra-se em fase de adoção do BIM. Atualmente está em um processo de abordagem da metodologia de forma pontual em cada disciplina, de maneira não sistematizada e nem integrada, do 4º ao 8º semestre considerando a matriz vigente. Os professores capacitados iniciaram o uso do BIM em suas respectivas disciplinas. Como exemplo de utilização de BIM nas disciplinas, pode-se citar: Desenho da Construção Civil no 4º semestre, Instalações Hidrossanitárias no 6º semestre, Instalações Elétricas e Prediais e Estruturas de Concreto I no 7º semestre e Estrutura de Concreto II no 8º semestre do curso de graduação.

A nova matriz curricular está em fase final de desenvolvimento pelo Núcleo Docente Estruturante e busca elaborar procedimentos de integração do BIM em disciplinas do 1º ao 10º semestre.

O processo de implementação está dividido em duas fases. A primeira fase, que se iniciou em 2018 e ainda está ocorrendo, é o processo de treinamento e conscientização sobre a metodologia BIM para docentes e discentes. A segunda fase, que iniciou em 2020 e está em fase de finalização, é a elaboração e a introdução de conceitos de BIM na nova matriz curricular. A primeira etapa do processo de implementação contemplou todas as turmas de algumas disciplinas e não foi utilizada nenhuma estratégia de colaboração.

Como principal desafio para a primeira fase, destaca-se a dificuldade na logística para agrupar todo o corpo docente para a realização de treinamentos. A adversidade ocorria por conta de os docentes não terem dedicação exclusiva à instituição. Para a segunda fase, o principal desafio foi sistematizar toda a complexidade do BIM para incluir na matriz curricular.

Como resultado da conscientização sobre BIM na primeira fase de implantação, a empresa júnior do curso de Engenharia Civil da universidade organizou cursos para ensino de ferramentas com metodologia BIM e gerou certificação gratuita para os participantes. Também foi relatado que empresas buscaram a instituição a procura de alunos com competências relacionadas ao BIM.

4.1.3 Engenharia Civil – Faculdade Ari de Sá (FAS)

O curso de Engenharia Civil analisado foi da instituição privada Faculdade Ari de Sá (FAS) que teve início em 2016 em Fortaleza, Ceará. A graduação é composta por 10 semestres, atualmente o curso possui de 100 a 300 alunos. De acordo com o site institucional,

o curso busca proporcionar ao aluno conhecimentos práticos e contextualizados com o cotidiano para permitir ao egresso uma visão crítica e habilidades cognitivas (FACULDADE ARI DE SÁ, 2021). A Figura 7 apresenta a matriz curricular do curso.

Figura 7 - Matriz curricular do curso de Engenharia Civil - FAS

1º Semestre	2º Semestre	3º Semestre	4º Semestre	5º Semestre	6º Semestre	7º Semestre	8º Semestre	9º Semestre	10º Semestre
Álgebra Linear e Geometria Anal.	Cálculo I	Cálculo II	Cálculo III	Eleticidade Aplicada	Cálculo Numérico	Saneamento	Estrutura de Concreto II	Barragens	Saúde e Segurança no Trabalho
Lógica de Programação	Física I	Física II	Física III	Hidráulica Aplicada	Teoria de Estruturas	Estrutura de Concreto I	Hidrologia	Estrutura Metálica e Madeira	Optativa I
Comunicação e Linguagem I	Comunicação e Linguagem II	Mecânica Geral	Resistência dos Materiais I	Tópicos Integradores I	Mecânica dos Sols I	Mecânica dos Sols II	Fundações	Estágio Supervisionado	Optativa II
Química Geral	Ciência dos Materiais	Estatística e Probabilidade	Fenômenos de Transportes	Técnicas Construtivas	Materiais de Construção II	Topografia	Gestão Ambiental	Orçamento e Planej. De Obras	Administração de Empresas
Introdução a Engenharia	Projeto Integrador II	Representação Gráfica	Representação Gráfica II	Materiais de Construção I	Instalações Prediais Elétricas	Economia	Estradas	Gerenciamento de Obras	Patologia das Construções
Projeto Integrador I		Projeto Integrador III	Projeto Integrador IV	Resistência dos Materiais II	Instalações Prediais Hidro.	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia de Tráfego	TCC 1	Pontes
				Projeto Integrador V	Projeto Integrador VI	Projeto Integrador VII	Projeto Integrador VIII	Tópicos Integradores II	Estágio Supervisionado II
									TCC II

Fonte: Adaptado Faculdade Ari de Sá (2021).

4.1.3.1 Iniciativas BIM

A implantação de BIM no curso de Engenharia Civil da FAS começou no segundo semestre de 2017. Os objetivos buscados pela faculdade com a adoção foram: adequação as novas tecnologias, atendimento a uma nova obrigatoriedade e, atendimento as exigências de mercado. Além disso, a IES viu o BIM como um diferencial que elevaria a qualidade do curso e, por isso, poderia contribuir com o marketing da instituição e atrair novos alunos.

O curso, de acordo com o respondente, enxerga o BIM como uma ferramenta estratégica para o ensino de engenharia, trabalhando com ele como ferramenta de projeto e como meio de ensino.

O processo de implantação foi conduzido por agentes internos. A análise de diretrizes, estudo de disciplinas e a estruturação do processo de implantação foi conduzida pelo professor Jeferson Böes e pelo coordenador de curso Leonardo Tavares junto ao Núcleo Docente Estruturante (NDE) para tornar a adoção do BIM institucionalizada.

A IES já adota o BIM de 2 a 3 anos de forma estratégica e consolidada. Antes disso, existiam iniciativas isoladas.

As principais barreiras para a implementação foram: “falta da capacitação do corpo docente”, já que o processo de implantação em IES do Brasil é algo recente, e falta de infraestrutura tecnológica, já que há a necessidade de computadores de última geração para processar todas as informações da tecnologia.

No início do processo não havia demanda local por profissionais com conhecimentos em metodologia BIM, mas a ideia foi levada adiante por uma visão futurística dos professores envolvidos no processo.

A implantação ocorreu através da inserção na disciplina Projeto Integrador. Essa disciplina consiste em uma cadeira extra que é lecionada do 1º ao 8º semestre da graduação e visa trabalhar o conteúdo visto ao longo do semestre nas demais disciplinas de forma integrada. No 9º semestre a disciplina Tópicos Integradores II é responsável pela integração das disciplinas Gerenciamento de Obras e Orçamento e Planejamento de obras encerrando os conteúdos de projetos e construção do curso. Nessa disciplina o aluno realiza a simulação do gerenciamento de uma obra com base nos modelos e projetos trabalhados ao longo das outras disciplinas de Projeto Integrador.

A Figura 8 apresenta as disciplinas, divididas por semestre, do curso de Engenharia Civil da Faculdade Ari de Sá (BÖES, SOUZA E MELO (2019)). Na cor branca estão

as disciplinas que não possuem interação com BIM, na cor amarela estão disciplinas que possuem interação com o BIM, na cor azul estão disciplinas de suporte para projetos integradores e na cor verde as disciplinas de projetos integradores que trabalham com BIM.

As disciplinas Projeto Integrador I, II e III (com cargas horárias de 80, 80 e 40 horas, respectivamente) são trabalhadas nos 3 primeiros semestres do curso, lecionadas com o objetivo de promover uma conscientização dos alunos com relação ao BIM. Do 4º ao 8º semestre, as disciplinas de Projeto Integrador são trabalhadas com o uso de ferramentas BIM e estão na cor verde na Figura 8.

Figura 8 - Inserção do BIM nas disciplinas do curso de Engenharia Civil - FAS

1º Semestre	2º Semestre	3º Semestre	4º Semestre	5º Semestre	6º Semestre	7º Semestre	8º Semestre	9º Semestre	10º Semestre
Álgebra Linear e Geometria Anal.	Cálculo I	Cálculo II	Cálculo III	Eletricidade Aplicada	Cálculo Numérico	Saneamento	Estrutura de Concreto II	Barragens	Saúde e Segurança no Trabalho
Lógica de Programação	Física I	Física II	Física III	Hidráulica Aplicada	Teoria de Estruturas	Estrutura de Concreto I	Hidrologia	Estrutura Metálica e Madeira	Optativa I
Comunicação e Linguagem I	Comunicação e Linguagem II	Mecânica Geral	Resistência dos Materiais I	Tópicos Integradores I	Mecânica dos Solos I	Mecânica dos Solos II	Fundações	Estágio Supervisionado	Optativa II
Química Geral	Ciência dos Materiais	Estatística e Probabilidade	Fenômenos de Transportes	Técnicas Construtivas	Materiais de Construção II	Topografia	Gestão Ambiental	Orçamento e Planej. De Obras	Administração de Empresas
Introdução a Engenharia		Representação Gráfica	Representação Gráfica II	Materiais de Construção I	Instalações Prediais Elétricas	Economia	Estradas	Gerenciamento de Obras	Patologia das Construções
				Resistência dos Materiais II	Instalações Prediais Hidro.	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia de Tráfego	TCC 1	Pontes
Projeto Integrador I	Projeto Integrador II	Projeto Integrador III	Projeto Integrador IV	Projeto Integrador V	Projeto Integrador VI	Projeto Integrador VII	Projeto Integrador VIII	Tópicos Integradores II	Estágio Supervisionado II
	Disciplinas sem interação com o BIM		Disciplinas com interação com o BIM		Disciplinas de suporte para os Projetos Integradores		Projetos Integradores em BIM		TCC II

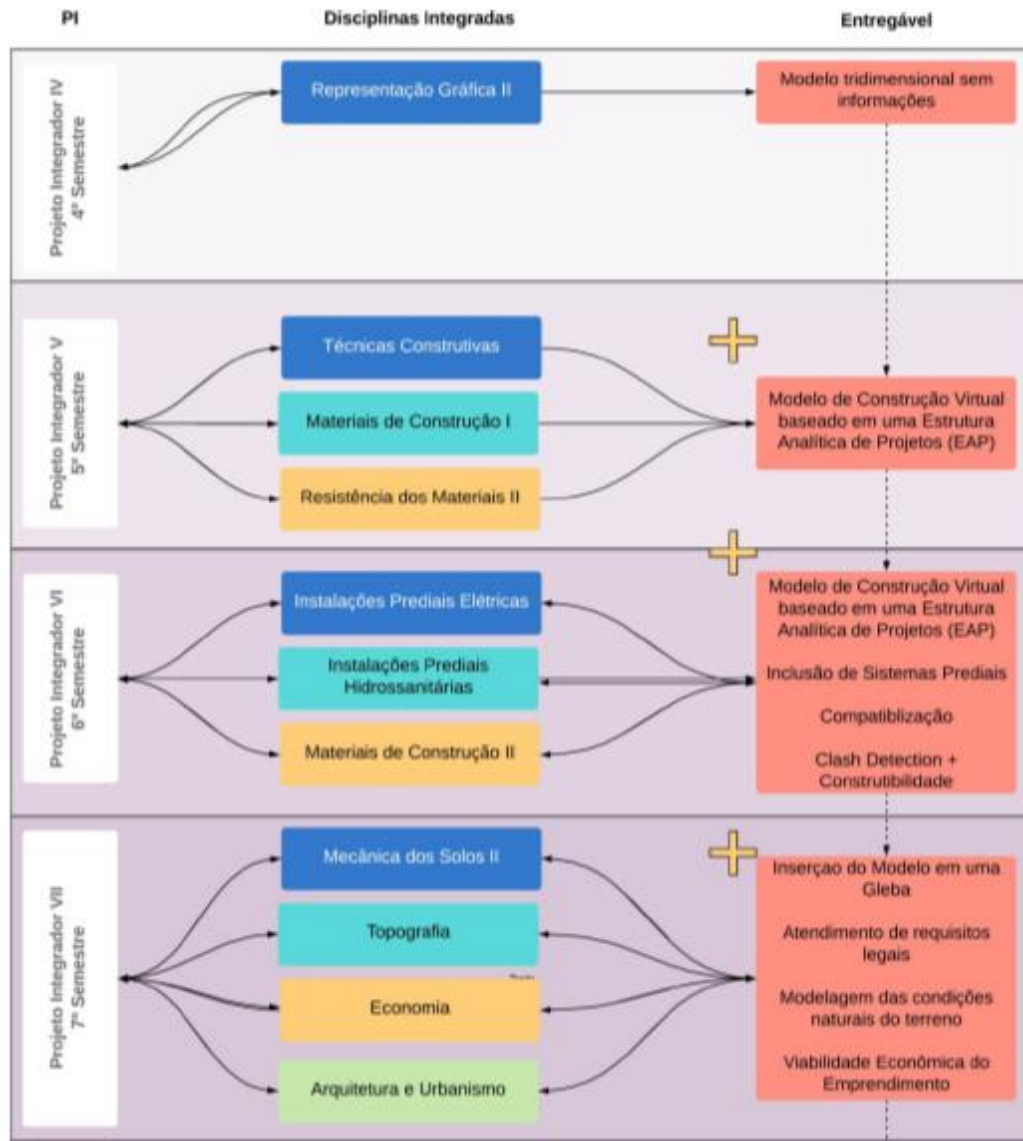
Fonte: Bões, Souza e Melo (2019).

O uso de ferramentas BIM inicia no 4º semestre, onde os alunos desenvolvem um modelo inicial e esse modelo vai sendo aperfeiçoado nos semestres subsequentes com o acréscimo de novos usos e disciplinas no modelo digital. Ao longo dos semestres são trabalhados diversos softwares com conceito BIM, já que o objetivo não é o ensino de uma ferramenta, mas fornecimento de auxílio metodológico e tecnológico, através do BIM, no processo de construção de projetos na indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

Nos primeiros semestres dois professores orientadores ficam responsáveis pela disciplina de Projeto Integrador. A partir do 4º semestre a disciplina é ministrada por um único professor que deve possuir capacitação em relação às metodologias de integração e às ferramentas BIM utilizadas.

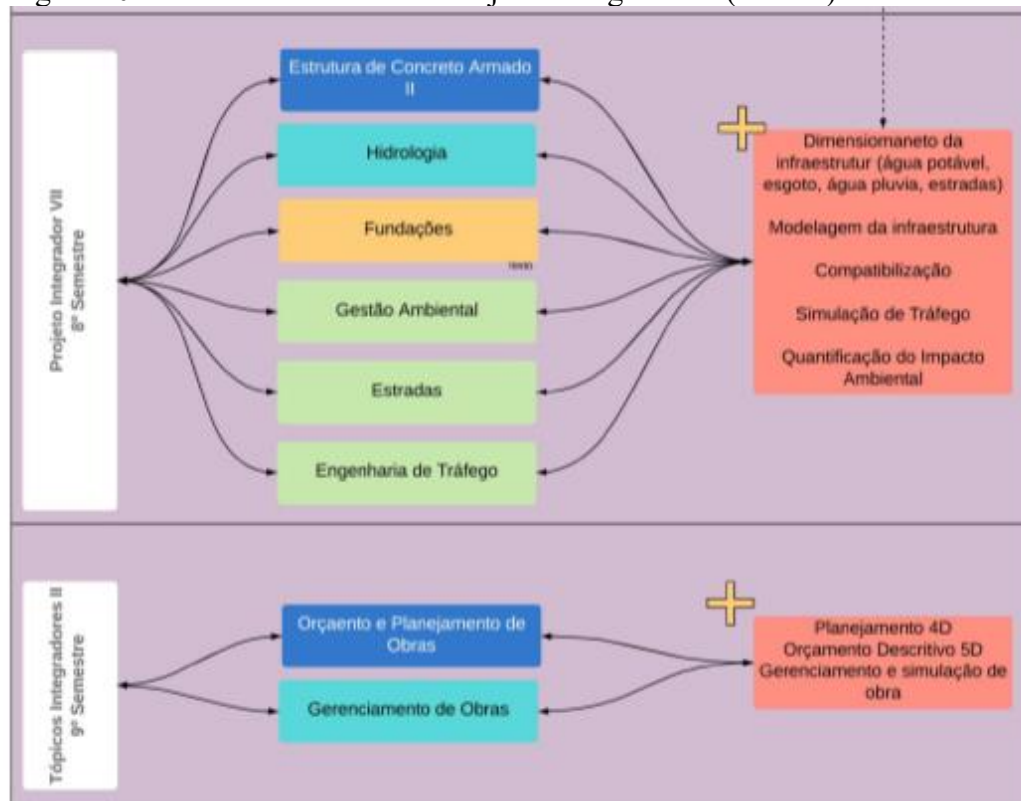
A Figura 9 e a Figura 10 apresentam as disciplinas integradas e o que deverá ser entregue pelos alunos ao final da disciplina de Projeto Integrador do semestre cursado.

Figura 9 - Desenvolvimento dos Projetos Integradores (Parte 1)



Fonte: Bões, Souza e Melo (2019) .

Figura 10 - Desenvolvimento dos Projetos Integradores (Parte 2)



Fonte: Böes, Souza e Melo (2019).

No 4º semestre, através dos conhecimentos obtidos na disciplina Representação Gráfica II, o aluno desenvolve um modelo tridimensional sem informações na disciplina de Projeto Integrador IV. No 5º semestre, com os conhecimentos obtidos em Técnicas Construtivas, Materiais de Construção e Resistência dos Materiais II, o estudante desenvolve na disciplina de Projeto Integrador V um modelo de construção virtual baseado em uma Estrutura Analítica de Projeto (EAP).

Durante o 6º semestre, na disciplina de Projeto Integrador VI, o discente a partir dos conhecimentos obtidos nas disciplinas de Instalações Prediais Elétricas, Instalações Prediais Hidrossanitárias e Materiais de Construção II, inclui em seu modelo digital os sistemas prediais, compatibilização e clash detection. Ao longo do 7º semestre na disciplina de Projeto Integrador VII, a partir dos conhecimentos obtidos nas disciplinas de Mecânica dos Solos II, Topografia, Economia e Arquitetura e Urbanismo, o aluno já tem conhecimento para incluir em seu modelo digital o modelo de uma gleba, verificando o atendimento de requisitos legais, modelando as condições naturais do terreno e fazendo um estudo da viabilidade econômica do empreendimento.

No 8º semestre, na disciplina de Projeto Integrador VIII, o discente a partir dos conhecimentos obtidos nas disciplinas de Estruturas de Concreto II, Hidrologia, Fundações, Gestão Ambiental, Estradas e Engenharia de Tráfego, inclui em seu modelo digital o dimensionamento de infraestrutura (água potável, esgoto, água pluvial, estradas), modelagem da infraestrutura, compatibilização, simulação de tráfego e quantificação de impacto ambiental. Durante o 9º semestre, na disciplina Tópicos Integradores II, com os conhecimentos obtidos nas disciplinas Orçamento e Planejamento de Obras e Gerenciamento de Obras, o graduando já consegue agregar em seu modelo digital planejamento 4D, orçamento descritivo 5D, gerenciamento e simulação de obra.

A IES possui também possui iniciativas de nivelamento para alunos que ingressam na instituição já no meio do curso como, por exemplo, alunos transferidos de outras IES.

Em relação à Iniciação Científica, pode-se citar como iniciativas pesquisas e publicações realizadas por alunos e professores sobre o tema através de Trabalhos de Conclusão de Cursos e do Grupo de Estudos em BIM (GEBIM) coordenado pelo professor Leonardo. Pode-se citar o Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) e o Encontro Nacional sobre o Ensino de BIM (ENEBIM) como exemplos de eventos que receberam essas publicações. A instituição possui projetos de Extensão Acadêmica, onde o professor oferece suporte fora do horário de aula para sanar dúvidas sobre a utilização de ferramentas.

Em relação às vantagens da adoção do BIM na instituição, o entrevistado considera que o BIM proporciona uma visão mais clara aos alunos acerca da integração entre os assuntos trabalhados nas disciplinas e à aplicação e contextualização desses conteúdos. Através da modelagem tridimensional e de simulações, o BIM também proporciona uma compreensão maior sobre o que o aluno está projetando e estudando. Foi citado também que, após a adoção do BIM, percebeu-se um “maior engajamento dos alunos nas disciplinas teóricas”. Outra vantagem mencionada foi o fato de que a integração entre os conteúdos é trabalhada dentro da graduação e, com isso, o aluno se forma com uma “visão macro do processo”, o que pode facilitar seu ingresso no mercado de trabalho nas mais diversas áreas da engenharia civil.

4.1.3.2 Capacitação docente

A FAS possui um corpo docente com um nível mediano de conhecimento, mas com um nível de envolvimento no processo considerado, pelo nosso entrevistando, muito alto. Este também relata que os professores se envolvem bastante no processo, propondo sempre novas metodologias de trabalho e novas aplicações e trocando experiências entre si. Essa característica do corpo docente se deve a dois fatores. O primeiro foi o fato da adoção de BIM ter ocorrido ainda no processo de implantação do curso, fazendo com que professores fossem contratados considerando o requisito de competências relacionadas ao BIM. O segundo fator se deu devido ao empenho da instituição em incentivar e reforçar a importância desse processo e em manter em seu quadro docente professores alinhados aos objetivos da instituição. A IES utilizou como referência, dentre outros, a tese de doutorado de Checcucci (2014) para definição de competências necessárias ao corpo docente e guiar o processo de capacitação.

A partir da catalogação dos requisitos que devem ser adquiridos pelos alunos nas disciplinas, os professores eram instruídos a buscar conhecimento metodológico e ferramental com os desenvolvedores de softwares. Além disso a instituição oferecia cursos sobre a metodologia para os docentes.

Como resultado desse trabalho, o curso de Engenharia Civil da FAS possui de 11 a 30% dos docentes que manipulam o BIM. Quando são analisados professores do ciclo profissional do curso, que devem entender da metodologia BIM, esse número fica em torno de 80 a 90% dos docentes.

4.1.3.3 Tecnologias

A instituição não possuía infraestrutura de software, hardware e rede. Com isso foi realizado um estudo de todos os usos BIM que a instituição teria e definido o suporte necessário para a sistematização da tecnologia. Assim, empresas que desenvolvem programas, hardware e fornecem infraestrutura de rede foram consultadas e foi elaborado o orçamento necessário para se dispor de ferramentas de suporte, que foi considerado abaixo do esperado, de acordo com o respondente. Foram buscadas parcerias com empresas que disponibilizavam softwares em versões acadêmicas, como a Autodesk, Bentley e GRAPHISOFT, e com um custo baixo a instituição teve acesso a vários benefícios dessas empresas. Atualmente, os

softwares Revit, Archicad, TQS, Autodesk Analysis, Navisworks e Sincro são utilizados na instituição.

As parcerias firmadas geraram benefícios para a IES. A parceria com a Autodesk gerou acesso aos programas na IES, enquanto a parceira com a Bentley gerou acesso aos programas na IES e nos computadores dos alunos, além da capacitação de professores e estudantes. A parceria com a Dell consistiu no fornecimento, manutenção e modernização dos hardwares. A instituição não tem parceria firmada com fornecedores de infraestrutura de rede.

4.1.3.4 Processo de implementação

O processo de implementação iniciou com a 1ª turma do curso no 4º semestre. Como o curso estava em processo de implantação, o contato com o BIM ocorreu na disciplina Projeto Integrador IV conforme previsto no Projeto Pedagógico do Curso (PPC). Este componente curricular ainda não tinha sido lecionado e adoção buscou desenvolver competências relacionadas às disciplinas estudadas no semestre, ou seja, uma abordagem integrada.

A metodologia é aplicada no curso em 3 abordagens. O primeiro nível de abordagem busca conscientizar o aluno que o BIM não é uma tecnologia, mas um processo para desenvolvimento de projeto. A metodologia busca auxiliar de maneira metodológica e ferramental na construção de algo. O segundo nível de abordagem busca fazer o aluno compreender que o BIM não é uma ferramenta, mas um conjunto de ferramentas openBIM que são utilizadas de acordo com local e mercado de trabalho. O terceiro nível de abordagem busca mostrar que o BIM não é a finalização de um processo e sim o desenvolvimento metodológico de algo.

O processo de adoção foi dividido em 3 fases que ainda estão sendo implementadas e melhoradas. A primeira fase é um processo de preparação da universidade na qual são analisados a infraestrutura tecnológica e o corpo docente para identificar demandas de melhorias. A partir desse diagnóstico são traçadas metas. A segunda fase, segundo o entrevistado, é mais difícil. Nessa fase é implementada a teoria que foi elaborada. A terceira fase é o processo de melhoria contínua, que ocorre depois que o processo está implementado em todos os semestres e a FAS ainda não entrou nessa etapa.

Os desafios encontrados na primeira etapa estão relacionados ao reconhecimento de barreiras tecnológicas. Na segunda etapa foi a dificuldade no manuseio de software por

parte dos docentes e a dificuldade no manuseio do computador por parte de alguns alunos, já que foi constatado que alguns alunos nunca tinham acessado um computador. Os desafios da terceira etapa ainda não foram constatados, pois a IES ainda não atingiu esse nível de implantação.

Dificuldades relacionadas ao processo de organização das disciplinas, definição de responsabilidades e de formas de integração dos conteúdos também foram percebidas pela coordenação, o que exigiu a realização de muitas reuniões do grupo de professores.

Como base conceitual para implantação, foram utilizadas como referências as publicações de Regina Coeli Ruschel, docente da Universidade Estadual de Campinas, Érica de Sousa Checcucci, docente da Universidade Federal da Bahia e Bilal Succar, consultora estratégica de BIM. O processo foi retroalimentado pelas diretrizes da Estratégia Nacional BIM e pela dissertação de mestrado intitulada “Proposta de Plano de Implementação do BIM na Indústria da Construção Civil” do professor da instituição Jeferson Bões.

Na instituição, o BIM é trabalhado de forma obrigatória, determinada por matriz curricular, nas disciplinas integradoras do 4º ao 9º semestre. Mas antes disso a aluno já possui contato com a metodologia através de eventos.

Como resultados da adoção e absorção da metodologia por parte dos alunos, a empresa júnior da instituição criou grupos de estudos e lecionou cursos ferramentais sobre BIM, fazendo o projeto dos discentes ser reconhecido em evento nacional.

Como reconhecimento do mercado sobre a aplicação da metodologia no curso, houve uma busca à instituição por parte do Sindicato das Empresas de Consultoria (SINAENCO) para elaboração de um curso de pós-graduação para preparar o futuro profissional de consultoria. Essa formação envolveria disciplinas com aplicação de BIM para promover o desenvolvimento de competências ao especialista de consultoria.

4.2 Caracterização de experiências em disciplinas

Para essa etapa, foram contatados 7 docentes. Destes, somente 4 responderam ao Questionário (Apêndice B), os quais: (a) 2 possuíam entre 20 e 30 anos; (b) 1 entre 31 e 40 anos; e (c) 1 entre 51 e 60 anos. A formação dos professores era na área de Engenharia Civil (3 professores) e Arquitetura e Urbanismo (1 professor), com mais de 6 anos de graduados(as) e todos(as) possuíam mestrado ou doutorado.

Os resultados apresentados nessa seção foram encontrados através da aplicação de questionário realizadas com professores que utilizam BIM em suas disciplinas. Algumas

informações que foram apresentadas ao longo do texto oriundas de outras fontes, foram devidamente referenciadas.

4.2.1 Desenho Arquitetônico Auxiliado por Computador - Arquitetura e Urbanismo da UFC

A disciplina Desenho Arquitetônico Auxiliado por Computador (DAAC) é uma disciplina do 3º semestre letivo do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Ceará e possui 64 horas de carga horária (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2011).

A ementa da disciplina se encontra no Quadro 2. Os objetivos e competências desenvolvidas na disciplina não foram disponibilizados pelo respondente.

Quadro 2 - Ementa da disciplina Desenho Arquitetônico Auxiliado por Computador (Arquitetura e Urbanismo – UFC)

Panorama das tecnologias digitais no desenho de arquitetura;
Apresentação das ferramentas básicas de representação gráfica digital inserindo-as no contexto do projeto arquitetônico como instrumentos de representação e análise;
Processos e métodos de utilização das ferramentas digitais no desenvolvimento do projeto através da experimentação.

Fonte: Adaptado Universidade Federal do Ceará (2011).

Na disciplina são trabalhados conceitos teóricos do BIM e o processo prático de modelagem. O desenvolvimento ocorre através do software Archicad integrado com o Rhinoceros e Grasshopper.

A forma de avaliação dos alunos é processual. De acordo com Ferreira (2010), a avaliação processual incentiva a autonomia e o desenvolvimento dos envolvidos, pois a aprendizagem do acadêmico é construída por meio do incentivo a pensar.

O respondente recomendou, baseado na sua convivência com a aplicação de BIM, que outras IES implementem a metodologia o mais rápido possível de maneira integrada em todas as disciplinas. O docente da disciplina não descreveu a ementa, os objetivos, as competências e as atividades desenvolvidas. Também não foram descritas a percepção dos discentes quanto, as resistências encontradas, resultados observados e pesquisas desenvolvidas.

4.2.2 Instalações Elétricas e Prediais - Engenharia Civil da UNIFOR

A disciplina Instalações Elétricas e Prediais é lecionada no curso de Engenharia Civil da UNIFOR no 7º semestre e possui carga horária de 39,6 horas. A ementa e os objetivos da disciplina estão descritos no Quadro 3.

Quadro 3 - Ementa e objetivos da disciplina Instalações Elétricas Prediais (Engenharia Civil – UNIFOR)

Ementa	Etapas de uma instalação elétrica predial;
	Componentes e equipamentos elétricos;
	Luminotécnica;
	Instalações de para-raios;
	Execução de um projeto elétrico de uma instalação elétrica residencial e predial.
Objetivos	Analisar as diversas etapas de uma instalação elétrica predial.
	Identificar os principais componentes e equipamentos elétricos de uma instalação predial.
	Projetar sistemas de iluminação.
	Executar um projeto completo de uma instalação elétrica predial.

Fonte: Autor (2021).

A metodologia adotada para a disciplina foi o estudo de caso, por meio do método Aprendizagem Baseado em Problemas (PBL, do inglês Problem-Based Learning) e direcionado a construção do projeto.

O método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) consiste no ensino focado no estudante e baseado na resolução de problemas. Essa estratégia de transmissão de conhecimento valoriza os conteúdos prévios do aluno e estimula o desenvolvimento de habilidades técnicas e intelectivas, autonomia e educação contínua (BORGES *et al.*, 2014).

As atividades são desenvolvidas por meio das ferramentas AutoCAD, Excel e Revit. O método avaliativo proposto para a disciplina acontece, por meio de provas, que equivale a 70% da nota, e por meio de desenvolvimento de um projeto, que consiste em 30% da nota.

Como relação à percepção dos discentes destaca-se: melhor visualização espacial, visualização das etapas construtivas, minimização de erros e redução de falhas em compatibilização. A principal dificuldade encontrada foi manuseio do programa Revit.

De acordo com a experiência de aplicação do BIM, o educador recomenda para outras IES a atualização e capacitação do corpo docente, além da inserção do BIM em disciplinas introdutórias do curso.

4.2.3 Estradas - Engenharia Civil da UNIFOR

A disciplina Estradas é ensinada no curso de Engenharia Civil da UNIFOR no 8º semestre e possui carga horária de 108 horas (UNIVERSIDADE DE FORTALEZA, 2021).

A ementa e os objetivos da disciplina estão descritos no Quadro 4.

Quadro 4 - Ementa e objetivos da disciplina Estradas (Engenharia Civil – UNIFOR)

Ementa	Classificação das rodovias;
	Planejamento de traçado;
	Elementos planialtimétricos;
	Concordância horizontal;
	Superelevação e superlargura;
	Concordância vertical;
	Seção transversal;
	Interseções rodoviárias;
	Projeto de terraplenagem;
	Equipamentos de terraplenagem;
	Produção das equipes de terraplenagem;
	Custo unitário dos serviços de terraplenagem;
	Objetivos
Definir o melhor traçado de uma estrada;	
Caracterizar os principais elementos componentes do projeto geométrico de uma estrada;	
Projetar curvas horizontais simples e de transição;	
Projetar superelevação e superlargura em curvas horizontais simples e de transição;	
Projetar curvas verticais;	
Descrever os principais elementos componentes das seções transversais rodoviárias;	
Caracterizar os principais tipos de interseções rodoviárias;	
Descrever os procedimentos que compõem um projeto de terraplenagem rodoviária;	
Classificar os principais equipamentos de terraplenagem;	
Calcular a produção das equipes de terraplenagem;	
Estimar os custos dos serviços de uma obra rodoviária.	

Fonte: Autor (2021)

A metodologia adotada na disciplina corresponde a aulas expositivas, aplicação de PBL e desenvolvimento de projetos. O método avaliativo utilizado na disciplina considera a soma de PBLs, projetos e provas realizados ao longo do semestre.

As competências desenvolvidas na disciplina encontram-se no Quadro 5.

Quadro 5 - Competências desenvolvidas na disciplina Estradas (Engenharia Civil – FAS)

Reconhecer as condicionantes técnicas que definem as classes da rodovia;
Construir um traçado de acordo com o terreno;
Elaborar projetos horizontais, verticais e de terraplenagem de uma estrada;
Estimar as produções das equipes e os custos dos serviços.

Fonte: Autor (2021).

A vantagem percebida pelos alunos, segundo o respondente, foi a visualização do terreno 3D e a importância do trabalho em equipe para desenvolvimento do projeto. Para a elaboração dos projetos foram utilizados os softwares Autocad Civil 3D e Excel. O Autocad Civil 3D foi necessário para elaborar projetos mais harmônico em que o traçado da rodovia fosse desenvolvido de acordo com a declividade do terreno e que o desenvolvimento de curvas horizontais e verticais estivessem em concordância; o Excel foi utilizado para a elaboração de tabelas utilizadas nos projetos. A principal barreira relatada foi a necessidade de computadores com boas taxas de processamento para utilização do software. Nem todos os alunos conseguiam executar o software.

Até o momento foi desenvolvida uma pesquisa relacionando os serviços projetados com os custos, onde o aluno pode quantificar e orçar utilizando ferramentas do CIVIL 3D. Com o auxílio do software, foi possível projetar considerando a declividade do terreno e elaborar projetos considerando a verticalidade e horizontalidade em concordância.

A recomendação da docente é que as universidades busquem novas tecnologias para o desenvolvimento de projetos e que estes ajudem na inclusão dos alunos no mercado de trabalho.

4.2.4 Projeto Integrador IV - Engenharia Civil da FAS

A disciplina Projeto Integrador IV é ministrada no 4º semestre do curso de Engenharia Civil da Faculdade Ari de Sá e possui carga horária de 40 horas. De acordo com a ementa e com os objetivos mostrado no Quadro 6, a disciplina tem o objetivo de mostrar o panorama de ferramentas, conceitos e aplicações do BIM.

Quadro 6 – Ementa e objetivos da disciplina Projeto Integrador IV (Engenharia Civil – FAS)

Ementa	Introdução às novas ferramentas computacionais do Engenheiro: a plataforma BIM (Building Information Modeling) e softwares de modelagem utilizados no mercado;
	Reflexão sobre as potencialidades e os desafios da implantação do BIM no mercado da construção civil e análise das características do trabalho colaborativo na plataforma;
	Demonstração das funcionalidades do BIM através de visitas virtuais guiadas em modelos de edificações;
	Orientação sobre a interface do Revit e os comandos básicos de modelagem através da confecção de um modelo de um edifício residencial ou comercial;
Objetivos	Compreender o que é a plataforma BIM e como ela pode ser utilizado na construção civil, reconhecendo seus potenciais e desafios;
	Aplicar os conceitos de modelagem básica em um projeto de edificações desenvolvido utilizando o software Revit Architecture.

Fonte: Autor (2021).

A metodologia adotada na disciplina é de aulas expositivas e aulas práticas de modelagem no laboratório de informática da instituição.

No Quadro 7 são apresentadas as competências desenvolvidas com as atividades da disciplina.

Quadro 7 - Competências desenvolvidas na disciplina Projeto Integrador IV (Engenharia Civil – FAS)

Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Fonte: Autor (2021).

A principal ferramenta utilizada para o desenvolvimento de projeto é o software Revit e este serve de suporte para elaboração de atividades em grupo. A composição das notas ocorre por meio de pontualidade de entrega e participação em atividade (25%) e avaliação da análise técnica do layout de projetos propostos (75%).

A principal percepção com relação aos discentes foi uma motivação para realização das atividades propostas. Problemas de relacionamento causados por atividades em grupo foi a principal resistência encontrada na disciplina.

Baseado nas experiências o entrevistado foi recomendado para Instituições de Ensino Superior que irão implantar o BIM no currículo uma reorganização da matriz curricular.

4.3 Análise comparativa

Para facilitar o entendimento e a discussão dos resultados, o curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Ceará foi chamado de Curso A, o curso de Engenharia Civil da Universidade de Fortaleza será chamado de Curso B e o curso de Engenharia Civil da Faculdade Ari de Sá será chamado de Curso C. O Quadro 8 apresenta a comparação para as Iniciativas BIM.

Quadro 8 - Iniciativas BIM

Curso	Curso A	Curso B	Curso C
Motivos para adoção do BIM	Melhorar a qualidade dos projetos desenvolvidos	Adequação a novas tecnologias, atendimento a uma nova obrigatoriedade, atendimento às exigências de mercado e à demanda dos alunos	Adequação as novas tecnologias, atendimento a uma nova obrigatoriedade, atendimento as exigências de mercado e diferencial que elevaria a qualidade do curso
Indutor do processo	Professores	Coordenação e professores	Coordenação e professores
Agente que conduziu	Interno	Interno	Interno
Início adoção do BIM	2009	2018	2017
Barreiras encontradas	Falta de interesse do corpo docente, conservadorismo de alguns docentes, BIM não era enxergado como prioridade no currículo	Falta de capacitação do corpo docente	Falta da capacitação do corpo docente e falta de infraestrutura tecnológica
Projeto de Extensão Acadêmica	Sim	Sim	Sim
Projeto de Iniciação Científica	Sim	Sim	Sim
Vantagens percebidas com a adoção	Visão mais amplas sobre TIC e aumento da qualidade dos projetos	Melhor entendimento dos conteúdos	Visão mais clara dos alunos acerca da integração e compreensão maior

			sobre o que o aluno está projetando e estudando
--	--	--	---

Fonte: Autor (2021).

Como motivo para adoção, percebe-se que a “adequação a novas tecnologias” e “atendimento a uma nova obrigatoriedade” se destacam. Isso pode estar relacionado com a demanda do mercado por profissionais capacitados no BIM e ao decreto governamental 9983/2019 (BRASIL, 2019). Apenas o Curso A não adotou o BIM como “atendimento a uma nova obrigatoriedade”, pois a percepção de que o BIM poderia melhorar a qualidade dos projetos desenvolvidos foi o fator motivador para a adoção. Pode-se citar, também, que no início do processo de adoção ainda não existiam essas regulamentações governamentais.

Não houve caso de contratação de agentes externos (por exemplo, consultoria) para implementação da metodologia. Alguns professores, com a coordenação de curso, com os conhecimentos adquiridos em pesquisas e em experiências no mercado tiveram a iniciativa e foram capazes de conduzir a adoção. Em algumas instituições, os professores com maior domínio na metodologia eram os responsáveis por quebrar uma das principais barreiras encontradas, que foi a falta de capacitação dos docentes.

Os docentes estão envolvidos nas barreiras encontradas em todos os cursos. Os principais motivos são a falta de interesse e a falta de capacitação, o que exige das Instituições de Ensino Superior devem motivar e desenvolver um plano de capacitação para aperfeiçoar em seus discentes as competências necessárias para serem repassadas aos alunos

Outra informação interessante é a existência de projetos de extensão acadêmica e iniciação científica em todos os cursos, mostrando o envolvimento da comunidade acadêmica para a expansão do conhecimento sobre tema. Esse é um ponto muito positivo, pois através das publicações, projetos de extensão e de apresentações em eventos, a universidade está compartilhando experiências com a comunidade científica e com a sociedade, contribuindo com a difusão do BIM na região.

A principal vantagem percebida com a adoção do BIM no ensino de graduação foi o melhor entendimento dos conteúdos por parte dos alunos e um aumento na qualidade dos projetos desenvolvidos. Isso vai ao encontro, por exemplo, ao que foi percebido na adoção do BIM na disciplina de Processos Construtivos II da Universidade Federal do Rio de Janeiro (LEAL, 2019).

O Quadro 9 apresenta a comparação da capacitação dos docentes.

Quadro 9 - Capacitação docente

Curso	Curso A	Curso B	Curso C
Nível de conhecimento do corpo docente	Mediano	Mediano	Mediano
Nível de envolvimento do corpo docente	Mediano	Muito Alto	Muito Alto
Foi exigido competências BIM na contratação?	Não	-	Sim
Existe um plano de capacitação para os docentes?	Não	Sim	Sim
Porcentagem de docentes que manipular ferramentas BIM	31 a 50%	31 a 50%	11 a 30%*
Há incentivo para capacitação dos docentes?	Não	Sim	Sim

*Quando são analisados professores do ciclo profissional do curso, que devem entender da metodologia BIM, esse número fica em torno de 80 a 90% dos docentes.

Fonte: Autor (2021).

Pode-se verificar que o nível dos docentes é considerado mediano, mas o envolvimento é considerado muito alto nos Cursos B e C das instituições privadas e mediano no Curso A. Isso pode ser explicado pela exigência de competências relacionadas ao BIM na contratação no Curso C, capacitações e incentivos oferecidos pelas instituições nos Cursos B e C. A porcentagem, que varia de 11 a 50%, dos docentes do curso que manipulam ferramentas BIM, inclui em sua maioria professores dos ciclos básico e profissional do curso. Percebe-se que, segundo os entrevistados, apenas o Curso A não possui plano ou incentivo para capacitação docente por parte da instituição. As ações que são desenvolvidas nesse curso são frutos da própria iniciativa docente. Pode-se perceber na entrevista que o interesse pelo BIM no Curso A se deu de forma muito natural por parte de alguns docentes e também de alguns alunos.

O Quadro 10 apresenta a comparação entre as tecnologias aplicadas.

Quadro 10 - Tecnologias

Curso	Curso A	Curso B	Curso C
Investimentos	O esperado	O esperado	Abaixo do esperado
Softwares utilizados	Archicad	Revit, Archicad, TQS e Navisworks	Revit, Archicad, TQS, Autodesk Analysis, Navisworks e Sincro
Possui acordo com fornecedor de software	Sim	Sim	Sim

Possui acordo com fornecedor de hardware	Não	Não	Sim
Possui acordo com fornecedor de rede	Não	Não	Não

Fonte: Autor (2021).

Pode-se constatar que os investimentos em infraestrutura tecnológica foram considerados como esperado nos Cursos A e B e abaixo do esperado no Curso C. Isso deixa evidente que a utilização de licenças estudantis, obtidas por meio de parceria com desenvolvedoras de software, contribuem de forma significativa para suprir a necessidade de utilização da tecnologia.

Outro ponto observado é que somente o curso C possui parceria com fornecedores de hardware. Isso mostra que empresas de informática estão dispostas a contribuir com a disseminação do BIM nas IES. Também não foi identificado acordo com fornecedores de rede, isso pode ser explicado pela falta de relato de desenvolvimento de projeto por ferramentas colaborativas nas instituições. Possivelmente, com o avanço da adoção do BIM por esses cursos, posteriormente a demanda por uma rede de internet de maior qualidade possa incentivar a busca por parcerias nesse sentido.

O Quadro 11 apresenta a comparação entre os processos de implantação.

Quadro 11 - Processo de implementação

Curso	Curso A	Curso B	Curso C
Abordagem adotada	Pontual	Pontual	Integrada
Semestres em que o BIM é trabalhado	3° ao 8°	4° ao 8°	4° ao 9°
Empresas já buscaram competências BIM na instituição	Sim	Sim	Sim

Fonte: Autor (2021).

Pode-se observar que no curso C a abordagem do BIM se deu de forma integrada entre as disciplinas, mas ainda sem a colaboração. Nos cursos A e B o processo de ensino se deu de forma pontual, mas a abordagem estava sendo sistematizada para no próximo PPC ocorrer de maneira integrada entre disciplinas. Nos três cursos o BIM é trabalhado somente a partir do segundo ano do curso, indicando que a abordagem ocorre como suporte para disciplinas do ciclo profissional. Porém, nos cursos B e C os discentes possuem contato com a metodologia através de eventos acadêmicos e palestras.

Outro ponto a ser destacado é a procura de mão de obra ou parcerias para desenvolvimento de qualificação por parte das empresas. Isso demonstra que o mercado de trabalho já conhece os benefícios do BIM e busca se adequar as inovações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar a adoção do BIM no ensino de graduação em Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil. Para atingir esse objetivo foi realizado um estudo de caso em três cursos de graduação de IES do estado do Ceará que já utilizavam o BIM nos seus processos de ensino, o que permitiu identificar as particularidades de cada curso e descreveu como está ocorrendo o processo de adoção da metodologia BIM nos cursos.

Foi possível identificar que nos Cursos A e B o processo de adoção do BIM ocorreu de forma pontual e não estava presente no Projeto Político Pedagógico. No curso C o processo ocorreu de forma institucionalizada, onde foi possível identificar a integração entre disciplinas, mas sem utilização de ferramentas colaborativas. Nos cursos onde não havia um programa de adoção institucionalizado, os docentes e a coordenação tiveram iniciativas de discussões para sistematizar o ensino com o uso do BIM.

A pesquisa mostrou que cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo de Instituições Ensino Superior do estado do Ceará já iniciaram o processo de adoção da metodologia de maneira pontual e que estão discutindo a sistematização da metodologia para tornar a abordagem institucionalizada. Há o exemplo também do Curso C que já possui uma abordagem integrada ao currículo utilizando a estratégia da criação de disciplinas integradoras. Estas abrigam as principais experiências relacionadas ao uso do BIM no curso e utilizam o BIM também como meio de ensino para realizar essa integração dos conhecimentos adquiridos em outras disciplinas, contribuindo com o desenvolvimento de um formato de aprendizado mais pautado na interdisciplinaridade e contextualização do conhecimento em detrimento de um aprendizado segmentado e isolado.

As principais experiências de ensino-aprendizagem nos cursos de graduação ocorreram por iniciativas de professores que apresentavam conhecimento do assunto. Dentre as principais vantagens percebidas com a adoção do BIM no ensino estão: uma visão mais ampla sobre as Tecnologias de Informação de Construção, melhoria na qualidade dos projetos e melhor compreensão dos conteúdos. Isso mostra que a utilização do BIM ajuda no processo de assimilação do conhecimento e agrega valores na formação dos discentes. Através da aplicação dos questionários aos professores que utilizam o BIM nas disciplinas desses cursos foram identificadas vantagens percebidas pelos discentes como: melhor visualização espacial, visualização das etapas construtivas, minimização de erros e redução de falhas em compatibilização.

A falta de capacitação do corpo docente foi a principal barreira relatada. Isso vai ao encontro do que foi comentado pelos professores respondentes do questionário que recomendaram a capacitação do corpo docente como ação a ser realizada para adoção do BIM. Outras recomendações se referem à inserção do BIM em disciplinas introdutórias do curso, implementação do BIM de maneira integrada às disciplinas, adoção de novas tecnologias para desenvolvimento de projetos e reorganização da matriz curricular. Através da aplicação desses questionários foi possível constatar também outros empecilhos como dificuldades de manuseio de softwares por parte dos alunos e problemas de relacionamento nas atividades que eram desenvolvidas em grupo.

Outro ponto a se destacar, é a absorção dos profissionais capacitados pelo mercado. Conforme relatado, o conhecimento na metodologia também foi um diferencial positivo para a contratação dos graduados e para aprovações em seleções de estágio.

Neste sentido, este estudo proporcionou o compartilhamento de experiências positivas relacionadas a adoção do BIM na academia, contribuindo para geração de evidências sobre o que está sendo desenvolvido no cenário atual e para disseminação de informações que podem servir de referência para outros cursos.

A partir da realização deste trabalho, sugere-se a realização de trabalhos futuros como: (a) desenvolvimento de plano de capacitação em BIM para professores; (b) proposição de diretrizes e desenvolvimento de guias para adoção do BIM em cursos de graduação;

(c) estudo da utilização do BIM para auxiliar a implantação das novas Diretrizes Curriculares Nacionais em cursos de engenharia civil.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR-MOLINA, M. L.; AZEVEDO, W. O ENSINO/APRENDIZADO DO BIM NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UFJF. **ANTAC**, Porto Alegre, v. 2, p. 589-599, 2015.
- ANDRADE, M. L. V. X. D.; RUSCHEL, R. C. BIM: CONCEITOS, CENÁRIO DAS PESQUISAS PUBLICADAS NO BRASIL E TENDÊNCIAS. **Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído**, São Carlos, 2009.
- ASSUNÇÃO, L. M. ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NO PROCESSO DE ORÇAMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL. Monografia (Monografia em Engenharia Civil) - UFC. Fortaleza. 2017.
- BARISON, M. B. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo: uma contribuição para a formação do projetista**. Tese (Tese em Engenharia de Construção Civil) - USP. São Paulo. 2015.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. An overview of BIM specialists. **Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering**, UK, p. 141-146, jan. 2010.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. TENDÊNCIAS ATUAIS PARA O ENSINO DE BIM. **Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção**, 5, 2011.
- BECERIK-GERBER, B.; GERBER, D. J.; KU, K. The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: integrating recent trends into the curricula. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 16, p. 411-432, 2011.
- BIOTTO, C. N.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 79-96, 2015.
- BÖES, J. S. **Proposta de plano de implantação do BIM na indústria da construção civil**. Dissertação (Dissertação em Engenharia Civil) - UFC. Fortaleza, p. 275. 2019.
- BÖES, J. S.; SOUZA, L. T. D.; MELO, C. ADOÇÃO DO BIM NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL ATRAVÉS DE PROJETOS INTEGRADORES. **ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM**, 2, Fortaleza, 2019.
- BORGES, M. D. C. et al. Aprendizado baseado em problemas. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 47, n. 3, p. 301-307, nov. 2014.
- BRASIL. DECRETO Nº 9.983, DE 22 DE AGOSTO DE 2019. **Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling**, Brasília,DF, ago. 2019.
- BRASIL. DECRETO Nº 10.306, DE 2 DE ABRIL DE 2020. **Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de**

engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, Brasília,DF, abr. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. **ESTRATÉGIA BIM BR:** Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – BIM. Brasília,DF: MDIC, 2018.

BUILDINGSMART INTERNATIONAL. Industry Foundation Classes (IFC) - An Introduction. **Building Smart**, 2021. Disponível em: <<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>>. Acesso em: 03 jan. 2021.

BUILDINGSMART INTERNATIONAL. What We Do. **Building Smart**, 2021. Disponível em: <<https://www.buildingsmart.org/about/what-we-do/>>. Acesso em: 06 abr. 2021.
 CATELANI, W. S. **COLETÂNEA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM: VOLUME 1 FUNDAMENTOS BIM.** Brasília,DF: CBIC, 2016.

CHECCUCCI, É. D. S. Ensino aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Arquitetura e Engenharia Civil. **Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, 3**, São Paulo, 2014.

CHECCUCCI, É. D. S. **ENSINO-APRENDIZAGEM DE BIM NOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E O PAPEL DA EXPRESSÃO GRÁFICA NESTE CONTEXTO.** Tese (Tese em Arquitetura e Urbanismo) - UFBA. Salvador, p. 235. 2014.

CHECCUCCI, É. D. S. Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018. **PARC PESQUISA EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO**, Campinas, v. 10, jan. 2019.

CHECCUCCI, É. D. S.; AMORIM, A. L. D. Método para análise de componentes curriculares: identificando interfaces entre um curso de graduação e BIM. **PARC PESQUISA EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO**, Campinas, v. 5, p. 6-17, jun. 2014.

CHECCUCCI, É. D. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. D. A difusão das tecnologias BIM por pesquisadores do Brasil. **ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5**, Salvador, 2011.

CHECCUCCI, E. D. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. D. UMA VISÃO DA DIFUSÃO E APROPRIAÇÃO DO PARADIGMA BIM NO BRASIL – TIC 2011. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 1, n. 8, p. 19-39, set. 2013.

CHECCUCCI, É. D. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. D. Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Ensino de Arquitetura. **Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics - SIGraDi: Knowledge-based Design, 17**, São Paulo, v. 1, n. 7, p. 307-311, 2014.

CHECCUCCI, É. D. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. D. Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Ensino de Arquitetura. **Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics - SIGraDi: Knowledge-based Design, 17**,

São Paulo, v. 1, n. 7, p. 307-311, 2014.

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

EASTMAN, C. M. Through the looking glass: why no wonderland: Computer applications to architecture in the USA. **Computer-Aided Design**, v. 6, n. 3, p. 119-124, 1974.

FACULDADE ARI DE SÁ. Engenharia Civil. **Faculdade Ari de Sá**, 2021. Disponível em: <<https://faculdadearidesa.edu.br/cursos-de-graduacao/engenharia-civil/>>. Acesso em: 04 fev. 2021.

FARIAS, J. C.; LIMA, V. O QUE É BIM 6D? **SPBIM**, 2021. Disponível em: <<https://spbim.com.br/o-que-e-bim-6d/>>. Acesso em: 05 mar. 2021.

GARIBALDI, B. C. B. Do 3D ao 7D – Entenda todas as dimensões do BIM. **Sienge**, 08 jan. 2020. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/>>. Acesso em: 13 jan. 2021.

GASPAR, J. A. D. M.; RUSCHEL, R. C. A evolução do significado atribuído ao acrônimo BIM: Uma perspectiva no tempo. **Congreso Internacional de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital**, 11, Concepción, v. 3, n. 12, p. 423-430, nov. 2017.

GRILO, A.; JARDIM-GONCALVES, R. Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. **Automation in Construction**, v. 19, n. 5, p. 522-530, 2010.

HASAN, A. N.; RASHEED, S. M. The Benefits of and Challenges to Implement 5D BIM in Construction Industry. **Civil Engineering Journal**, v. 5, n. 2, p. 412-421, fev. 2019.

KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. D. **BIM: Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia**. Brasília,DF: MDIC, 2015.

LEAL, B. M. F. BIM no ensino de tecnologia da construção: estudo de caso. **PARC PESQUISA EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO**, Campinas, v. 10, dez. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653550>>. Acesso em: 22 mar. 2021.

LEAL, B. M. F.; SALGADO, M. S. Propostas de incorporação de BIM no curso de Arquitetura e Urbanismo. **PARC PESQUISA EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO**, Campinas, v. 10, 2019.

MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C.; SCHEER, S. Análise da produção científica brasileira sobre a Modelagem da Informação da Construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 359-384, 2017.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **adorno de pesquisas em administração, São Paulo**, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

PENTTILÄ, H. Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 11, p. 395-408, 2006.

REBOLJ, D.; MENZEL, K.; DINEVSKI, D. A virtual classroom for information technology in construction. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 16, n. 2, p. 105-114, 2008.

ROMCY, N. M. E. S.; TINOCO, M. B. D. M.; CARDOSO, D. R. A INTRODUÇÃO DO BIM EM CURSOS DE ARQUITETURA E URBANISMO: RELATO COMPARATIVO DE DUAS EXPERIÊNCIAS. **Blucher Engineering Proceedings**, v. 2, n. 2, p. 513-525, 2015.

ROMCY, N.; CARDOSO, D.; LIMA, M. Implementação do BIM em obras públicas: a experiência na UFCInra. **ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM**, Porto Alegre, v. 2, p. 1-1, 2019.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X. D.; MORAIS, M. D. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**, v. 13, n. 2, p. 151-165, 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**, v. 136, n. 1, p. 30-38, 2010.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

UNIVERSIDADE DE FORTALEZA. Engenharia Civil: bacharelado. **UNIFOR**, 2021. Disponível em: <<https://www.unifor.br/web/graduacao/engenharia-civil>>. Acesso em: 07 fev. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Curso de Arquitetura e Urbanismo Projeto Político Pedagógico**. Fortaleza: UFC, 2011.

WU, S. et al. A technical review of BIM based cost estimating in UK quantity surveying practice, standards and tools. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 19, p. 534-562, 2014.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA

FORMULÁRIO 01 - CARACTERIZAÇÃO DA ADOÇÃO DO BIM NO CURSO

Este formulário faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do aluno Lucas Rafael de Sousa Seridó, orientado por Tatiane Lima Batista, discente da Universidade Federal do Ceará - Campus Crateús. O trabalho busca entender o processo de adoção do BIM nas Instituições de Ensino Superior (IES) do estado do Ceará para servir de referência para IES que ainda não adotaram o conceito BIM em sua grade curricular.

OBS: As informações obtidas nessa entrevista serão utilizadas exclusivamente para o TCC e o nome dos entrevistados não serão divulgados.

Esta entrevista se divide em seis partes:

I. Introdução

II. Iniciativas BIM

III. Capacitação Docente

IV. Tecnologias

V. Processo de implementação

VI. Identificação dos docentes

I. Introdução

1. Nome:

2. Cargo:

- () Diretor do Centro
- () Coordenador do Curso
- () Professor
- () Outros

3. Curso:

- () Arquitetura e Urbanismo
- () Engenharia Civil

4. Nome da Instituição de Ensino Superior:

5. Tipo de IES:

- () Pública
- () Privada

6. Número de alunos no curso:

- Até 100 alunos
- 101 a 300 alunos
- 301 a 500 alunos
- 501 a 1000 alunos
- Acima de 1000 alunos

II. Iniciativas BIM**7. Quais motivos levaram a adoção do BIM?**

- Adequação a novas tecnologias
- Atendimento a uma obrigatoriedade
- Atendimento às exigências do mercado
- Demanda dos alunos
- Outros.

8. O processo de adoção do BIM foi induzido por qual parte da instituição?

- Reitoria
- Direção do Centro
- NDE
- Coordenação do curso
- Professor
- Alunos
- Outros

9. A implantação do BIM foi conduzida por um agente:

- Interno (membro da instituição)
- Externo (consultoria, assessoria, etc.)

10. Há quanto tempo a IES adotou o BIM?

- Menos de 1 ano
- Entre 1 e 2 anos
- Entre 2 e 3 anos
- Entre 3 e 4 anos
- Há mais de 4 anos

11. Quais foram as barreiras e dificuldades para introdução do BIM?

- Falta de interesse dos alunos
- Falta de interesse do corpo docente

- () Falta de interesse da instituição
- () Falta de capacitação do corpo docente
- () Falta de incentivos e/ou demanda do mercado
- () Falta de incentivos da alta direção da instituição
- () Falta de recursos tecnológicos (software, hardware, rede)
- () O BIM não é enxergado como prioridade no currículo
- () Resistência a uma nova metodologia/tecnologia
- () Outros

12. O curso possui alguma disciplina que aborde o BIM?

13. Qual a estimativa de alunos já capacitados?

14. Houve alguma publicação em eventos acadêmicos ou periódicos, acerca de trabalhos em BIM desenvolvidos no curso? Em quais eventos e revistas?

15. Há alguma iniciativa BIM na Extensão Acadêmica? Caso positivo, favor explicar.

16. Há alguma iniciativa BIM na Iniciação Científica? Caso positivo, favor explicar.

17. Quais as vantagens percebidas com a adoção do BIM?

III. Capacitação Docente

18. Como você considera o nível de conhecimento BIM do corpo docente?

- () Nenhum
- () Pouco
- () Mediano
- () Muito conhecimento
- () Especialista

19. Como você considera o nível de envolvimento do corpo docente?

- () Nenhum
- () Pouco
- () Mediano
- () Muito envolvimento

20. Em relação aos docentes: Foram definidas competências relacionadas ao BIM como requisito para a contratação de novos professores? Se sim, quais foram essas competências?

21. Foi elaborado algum plano de capacitação para preparação dos professores já contratados? Se sim, descreva o plano.

22. Qual a porcentagem de docentes que manipulam tecnologias BIM? (n° docentes

que manipulam tecnologias BIM / n° total de docentes do curso)

- 0% - 10%
- 11% - 30%
- 31% - 50%
- 51% - 70%
- 71% - 100%

23. Há algum incentivo/programa para que o corpo docente se capacite em BIM?

IV. Tecnologias

24. Em relação ao investimento em software, hardware e rede?

- Acima do esperado
- Abaixo do esperado
- O esperado

25. Quais softwares BIM a IES possui/utiliza?

- Revit Architecture
- ArchiCAD
- Bentley Architecture
- Vectorworks Architect
- Revit Structure
- Tekla Structures
- TQS
- Autodesk Ecotest Analysis
- Autodesk Green Building Studio
- Navisworks
- Tekla BIMsight
- Solibri
- BIMcollab
- Synchro
- Vico
- Outros

26. A IES possui algum acordo ou parceria com desenvolvedores de software BIM? Em caso positivo, qual desenvolvedor?

27. O acordo ou a parceria consiste em:

- () Fornecimento de software BIM para acesso na IES
- () Fornecimento de software BIM para acesso individual dos alunos (fora da IES)
- () Capacitação do corpo docente
- () Capacitação dos alunos
- () Outros

28. A IES possui acordo ou parceria com fabricantes de hardware (equipamentos)? Em caso positivo, com qual fabricante?

29. O acordo ou a parceria consiste em:

- () Fornecimento de hardware (equipamentos) para IES
- () Fornecimento de hardware para alunos (com desconto)
- () Capacitação do corpo docente
- () Manutenção
- () Programa de substituição e modernização dos hardwares
- () Outro

V. Processo de implementação

30. A abordagem adotada se deu de que maneira? Descreva.

- () Maneira pontual com a criação de novas disciplinas
- () Maneira integrada com a inserção nas disciplinas existentes
- () Eventos

32. O processo de implementação foi dividido em fases? Caso positivo, você poderia descrever cada fase (tempo de duração e estratégias utilizadas)?

33. Quais os principais desafios de cada fase de implementação?

34. Na estratégia de implementação houve alguma base conceitual? Contemplou todas as turmas? Todos os professores foram envolvidos? Foi utilizado alguma estratégia de colaboração entre diversas disciplinas?

35. Há quanto tempo o curso existia quando a foi iniciada a implementação da metodologia BIM?

- () Menos de 1 ano
- () Entre 1 e 2 anos
- () Entre 2 e 3 anos
- () Entre 3 e 4 anos
- () Há mais de 4 anos
- () O curso estava iniciando

36. Em quais semestres do curso o BIM é trabalhado?

- 1º semestre
- 2º semestre
- 3º semestre
- 4º semestre
- 5º semestre
- 6º semestre
- 7º semestre
- 8º semestre
- 9º semestre
- 10º semestre

37. Os alunos tiveram alguma iniciativa em usar a metodologia BIM (Empresa Júnior, Criação de cursos, etc)? Descreva

38. Empresas já buscaram a instituição em busca de competências relacionadas ao BIM?

39. Houve mudança na estrutura curricular do curso para implementação do BIM?

VI. Identificação dos Docentes

40. Nome e e-mail de docentes que trabalham o BIM na IES

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS DOCENTES

FORMULÁRIO 02 - IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL DOCENTE E DE EXPERIÊNCIAS DA ADOÇÃO DO IM EM DISCIPLINAS

Este formulário faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do aluno Lucas Rafael de Sousa Seridó, orientado por Tatiane Lima Batista, discente da Universidade Federal do Ceará - Campus Crateús. O trabalho busca entender o processo de adoção do BIM nas Instituições de Ensino Superior (IES) do estado do Ceará para servir de referência para IES que ainda não adotaram o conceito BIM em sua grade curricular.

OBS: As informações obtidas nesse questionário serão utilizadas exclusivamente para o TCC e os nomes dos entrevistados não serão divulgados.

Este questionário está dividido em quatro partes:

- I. Identificação do perfil docente**
- II. Caracterização da disciplina**
- III. Percepção dos discentes**
- IV. Recomendação de boas práticas**

I. Identificação do Perfil Docente

1. Nome

2. Idade

- De 20 a 30 anos
- De 31 a 40 anos
- De 41 a 50 anos
- De 51 a 60 anos
- Acima de 61

3. Formação

- Engenharia Civil
- Arquitetura e Urbanismo
- Outro

4. Em qual instituição se graduou?

5. Quanto tempo possui de graduado?

- Menos de 1 ano
- Entre 1 e 3 anos

Entre 3 e 6 anos

Entre 6 e 9 anos

Mais de 10 anos

6. Além da graduação, possui pós-graduação?

Possuo somente graduação

Possuo especialização

Possuo mestrado

Possuo doutorado

7. Quanto tempo possui de docência?

Menos de 1 ano

Entre 1 e 3 anos

Entre 3 e 6 anos

Entre 6 e 9 anos

Há mais de 10 anos

8. Em qual instituição de ensino você usa BIM na docência atualmente?

9. Há quanto tempo é docente na IES atual?

Menos de 1 ano

Entre 1 e 3 anos

Entre 3 e 6 anos

Entre 6 e 9 anos

Há mais de 10 anos

10. Há quanto tempo possui conhecimento sobre BIM?

Menos de 1 ano

Entre 1 e 3 anos

Entre 3 e 6 anos

Entre 6 e 9 anos

Há mais de 10 anos

11. Quanto tempo trabalhou com BIM sem incluir a docência?

Menos de 1 ano

Entre 1 e 3 anos

Entre 3 e 6 anos

Entre 6 e 9 anos

Mais de 10 anos

Não trabalhei com BIM fora da docência

12. Especialidade

- () Arquitetura, Representação Gráfica, Desenho Técnico
- () Estruturas
- () Sistemas Prediais
- () Materiais de Construção
- () Técnica de Construção
- () Gerenciamento, Planejamento e Orçamento
- () Mecânica dos Solos
- () Outro

13. Enumere as disciplinas que você já lecionou ou leciona na instituição.

14. Em quais dessas disciplinas você utiliza ou utilizou o BIM de alguma forma?

II. Caracterização da disciplina

Para o preenchimento dessa seção, considere uma das disciplinas informadas na questão 14.

(aqui você pode escolher aquela na qual o BIM é mais utilizado ou mais bem aplicado)

15. Disciplina

16. Curso

- () Engenharia Civil
- () Arquitetura e Urbanismo

17. Período do curso ofertado

- () 1º semestre
- () 2º semestre
- () 3º semestre
- () 4º semestre
- () 5º semestre
- () 6º semestre
- () 7º semestre
- () 8º semestre
- () 9º semestre
- () 10º semestre

18. Descrição da ementa.

19. Descrição dos objetivos.

20. Descrição da metodologia adotada.

21. Descrição das competências que são desenvolvidas na disciplina.

22. Descrição das ferramentas utilizadas.

23. Descrição da forma de avaliação.

24. Descrição das atividades desenvolvidas e da forma como o BIM foi inserido/trabalhado na disciplina.

III. Percepção dos discentes

25. Descrição de feedbacks relacionados à implementação do BIM nas disciplinas.

26. Descrição das resistências encontradas.

27. Descrição dos resultados observados.

28. Descrição de pesquisas desenvolvidas.

IV. Recomendação de boas práticas

29. O que você recomenda para as universidades que irão implementar ou estão implementando o BIM em seu currículo?