

REVISTA DIALOGO E INTERAÇÃO

ISSN 1275-3687

18

**NÚMERO
02**



FACCREI



<https://www.faccrei.edu.br/revista>

REDE DE CÉLULAS BIM: ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO EM UM CURSO DE ENGENHARIA CIVIL FRENTE AS NECESSIDADES DO MERCADO LOCAL

BIM CELL NETWORK: IMPLEMENTATION STUDY IN A CIVIL ENGINEERING COURSE IN RESPONSE TO THE LOCAL MARKET NEEDS

RED DE CELDAS BIM: ESTUDIO DE IMPLEMENTACIÓN EN UN CURSO DE INGENIERÍA CIVIL FRENTE A LAS NECESIDADES DEL MERCADO LOCAL

44

Cleverson Alves de Lima^{*}

Raquel Rocha Cruz^{**}

Igor Luiz dos Santos Rocha^{***}

RESUMO: A indústria 4.0 tem como propósito compartilhar informações através da tecnologia da informação, comunicação, aumento da produtividade, flexibilidade, gerenciamento e outros fatores qualitativos. No contexto da construção civil, este compartilhamento e gerenciamento da informação vem por meio do BIM (*Building Information Modeling*) com a integração de dados e geração de sinergias na gestão de informação. Neste sentido, faz-se necessário que as instituições de ensino acompanhem as novas tecnologias e processos a fim de preparar os futuros profissionais para o mercado, sendo necessário um processo revisional e implementação de melhorias continuamente. Para isto acontecer faz-se necessário entender o contexto curricular e a percepção dos docentes envolvidos, para propor as reformulações que aproximem o clássico com o moderno. Neste sentido, este trabalho busca levantar tais informações aplicando questionários e entrevistas aos envolvidos, além de apontar as possibilidades de inserção BIM nas cadeiras existentes do curso com o levantamento de ferramentas e comparações entre instituições. Tais informações são importantes na identificação da maturidade frente aos novos desafios

^{*} Doutor em Engenharia Civil; Docente Departamento de Engenharia e Computação, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental; Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC); Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6437415189300377>; Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7068-7253>.

^{**} Discente em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia e Computação, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC); Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4352786550632738>; Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9481-0922>.

^{***} Discente em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia e Computação, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC); Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7931057222245634>; Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-5535-2213>.

decorrente da implementação tecnológica, considerando os aspectos de mercado e didáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Maturidade BIM, Modelagem da Informação da Construção, Processo de Ensino-Aprendizagem.

ABSTRACT: Industry 4.0 aims to share information through information technology, communication, increased productivity, flexibility, management and other qualitative factors. In the context of civil construction, this sharing and management of information comes through BIM (Building Information Modeling) with data integration and generation of synergies in information management. In this sense, it is necessary for educational institutions to monitor new technologies and processes in order to prepare future professionals for the market, requiring a review process and continuous implementation of improvements. For this to happen, it is necessary to understand the curricular context and the perception of the teachers involved, to propose reformulations that bring the classic and the modern closer together. In this sense, this work seeks to collect such information by applying questionnaires and interviews to those involved, in addition to pointing out the possibilities of inserting BIM into the course's existing subjects by surveying tools and comparisons between institutions. Such information is important in identifying maturity in the face of new challenges arising from technological implementation, considering market and didactic aspects.

KEYWORDS: Bim maturity, Building, Information Modelling, Teaching Learning Process.

RESUMEN: La Industria 4.0 tiene como objetivo compartir información a través de la tecnología de la información, la comunicación, el aumento de la productividad, la flexibilidad, la gestión y otros factores cualitativos. En el contexto de la construcción civil, este intercambio y gestión de información se produce a través de BIM (Building Information Modeling) con integración de datos y generación de sinergias en la gestión de la información. En este sentido, es necesario que las instituciones educativas monitoreen las nuevas tecnologías y procesos con el fin de preparar a los futuros profesionales para el mercado, requiriendo un proceso de revisión e implementación continua de mejoras. Para que esto suceda, es necesario comprender el contexto curricular y la percepción de los docentes involucrados, para proponer reformulaciones que acerquen lo clásico y lo moderno. En este sentido, este trabajo busca recopilar dicha información mediante la aplicación de cuestionarios y entrevistas a los involucrados, además de señalar las posibilidades de insertar BIM en las materias existentes del curso mediante herramientas de encuestas y comparaciones entre instituciones. Dicha información es importante para identificar la

madurez ante los nuevos desafíos que surgen de la implementación tecnológica, considerando aspectos didácticos y de mercado.

PALABRAS CLAVE: Madurez BIM, Modelado de Información de Construcción, Proceso de Enseñanza-Aprendizaje.

1 Introdução

Nos primórdios da evolução do que seria a sociedade contemporânea, a engenharia sempre esteve ligada ao ato de criatividade, inteligência, talento e, especialmente, criação. Sua classificação é encontrada entre as conhecidas ciências, com foco nas ciências exatas, e tecnologias, onde a partir do século XIX se espalhou pelos continentes com a 4ª Revolução Industrial, cujo objetivo central foi a disseminação das tecnologias de informação, telecomunicações e eletrônicos (Monteiro, 2021). Com esse avanço industrial nos últimos milênios foram desenvolvidas inúmeras tecnologias com o objetivo de agilizar - e ampliar a qualidade - do trabalho, porém algumas delas, mesmo com vários anos de experiência e comprovações dos seus resultados, ainda enfrentam uma barreira de aceitação por aqueles que têm apego ao tradicional.

No campo da engenharia civil, o qual se manteve sobre uma mesma interface durante décadas, passou por uma expansão entre os anos de 1980 e 1990 quando a tecnologia CAD foi introduzida em seus processos, chegando no Brasil nos anos 2000. Embora tenha revolucionado a arte de projetar, as ferramentas CAD ainda dependiam da experiência do projetista nos processos de compatibilização, detalhamento das pranchas e finalização dos projetos, que apresentavam ainda uma falha na representação e transmissão da informação. Isto acontecia devido a sobreposição manual das diversas camadas, ficando expostas a erros na interpretação e identificação das soluções. Na década seguinte, inicia-se o desenvolvimento do conceito de projeto com informações múltiplas integradas, sendo chamado de BIM ou Modelagem de Informações das Construções. Esta metodologia passa a ser vista como o próximo nível de desenvolvimento de projetos e a solução dos problemas relativos à compatibilização, otimização e redução dos erros e falhas sistemáticas na

indústria da construção. Desde então, diversas empresas vêm implementando e desenvolvendo soluções baseadas em BIM, buscando automatizar processos, facilitando a leitura destes em ambiente computacional e aumentando a eficiência de trabalho desde a fase de concepção até a execução das obras. (López et al, 2018; Queiroz, 2019; Alizadehsalehi et al, 2020)

Tal tecnologia associada ao avanço dos hardwares impulsionaram as melhorias dos softwares e processos, e conseqüentemente, viabilizou a implementação do BIM em toda a cadeia da indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção). Com isto, o uso de modelos paramétricos, com atualização automatizada e verificação de processos em tempo real, permitiram ganhos em eficiência e interoperabilidade entre diversas aplicações e sistemas, ampliando a gama de soluções disponíveis para os usuários do BIM. Considera-se como um elemento de intercâmbio entre plataformas o uso de instruções IFC (Industry Foundation Classes), que permitem a troca de modelos sem que haja perda de informações, independente da ferramenta adotada. Outras implementações, permitem o gerenciamento executivo de campo em todas as fases, tais como a infraestrutura, superestrutura e instalações; bem como a existência de seu “gêmeo digital” cujas características do imóvel são digitais, permitindo o compartilhamento e colaboração entre diversos profissionais, sendo subdivididos em diversas disciplinas organizadas em dimensões de projeto (Figura 1). Isto torna a implementação BIM organizada e especializada, uma vez que diversos profissionais podem colaborar sobre a mesma base de dados construtiva, sem que o histórico de soluções seja perdido. (BibLus, 2018; Charef et al, 2018; Malla et al, 2021).

Figura 1 – Dimensões do BIM



Fonte: Darós (2019)

2.1. Estratégia BIM-BR

Segundo Brasil (2018) com intuito de promover a mudança dos procedimentos em busca de eficiência na construção civil, foi criado pelo Governo Federal o Comitê Estratégico de implementação do BIM (CE-BIM). Foi designado a este grupo desenvolver, implementar, gerenciar as ações e desempenho, além de monitorar o progresso de implementação do BIM nas sucessivas fases. Tal demanda tem por finalidade a busca por um ambiente ideal para o desenvolvimento da indústria AEC, aproximando o planejamento da execução por meio de projetos mais detalhados, com menor necessidade de retrabalhos e uma gerência de custos mais adequada. O plano foi criado pelo Decreto Federal 9.983/2019 que dispõe sobre a Estratégia BIM-BR, e em 2020 foi promulgado o Decreto Federal 10.306 que estabelece o uso do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de AEC contratados pelos órgãos e entidades federais.

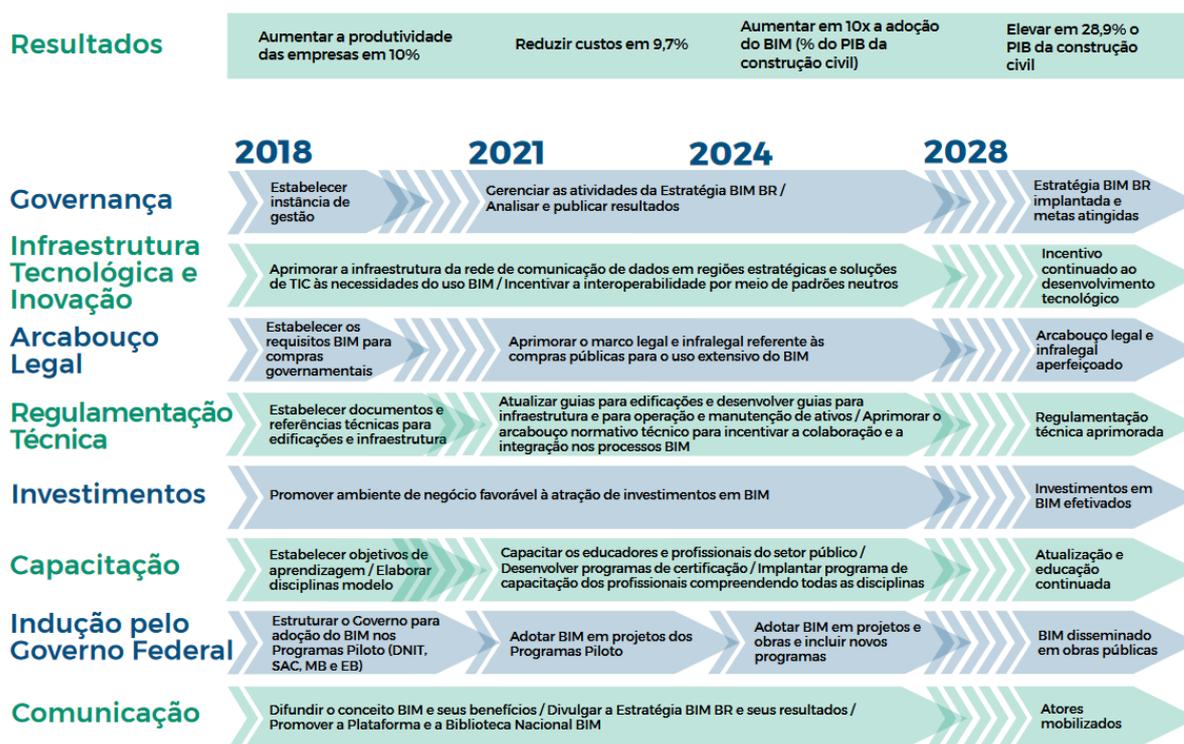
Segundo Silva et al. (2019) a estratégia definiu que em uma perspectiva de 10 anos a partir da promulgação, a base de conhecimento associada ao BIM esteja disseminada significativamente, sendo que sua implementação e desenvolvimento sejam feitos de forma escalonada. Foram estabelecidas três etapas principais: (i) em 2021, a exigência do BIM na elaboração de projetos e maquetes digitais em BIM; (ii) a partir de 2024, os projetos complementares devem ser elaborados digitalmente utilizando uma plataforma BIM, incluindo o planejamento da execução e

orçamentação que devem compor os modelos; (iii) em 2028, todo o ciclo deve ser abrangido, considerando até as etapas pós obras. Como resumido na Figura 2.

Considerando o contexto apresentado, foi organizado grupos de implementação BIM nos diversos âmbitos da indústria AEC, incluindo as universidades formadoras com cursos aderentes a estratégia nacional. Para isto, segundo Ruschel et al (2022), foi estabelecido uma metodologia de estudos e métricas com o objetivo de se conceber um plano de implementação de BIM curricular (PIBc), que vai incorporar o BIM a partir das habilidades e competências necessárias para a formação profissional que atendam as novas demandas do mercado. A implementação parte de grupos de professores e alunos das instituições interessadas em formar uma rede de conhecimento, que posteriormente foi designada por “Rede de Células BIM Antac”. Esta Rede iniciou seus trabalhos em 2022 com 19 instituições de ensino superior (IES) credenciadas, com intuito de analisar a implementação do BIM na atualização curricular dos cursos envolvidos. A rede segue o protocolo para implementação curricular do BIM alinhado ao observado no mercado e consideram com aspectos BIM: maturidade, processo, tecnologia e política internos de suas instituições.

Figura 2 – Dimensões do BIM

BIM BR Roadmap



Fonte: Brasil (2018)

Desta forma, o objetivo deste artigo é apresentar e discutir a estrutura curricular da graduação em Engenharia Civil (ECV) da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), dentro dos critérios estabelecidos pela Rede de Células BIM, considerando a nova legislação e as novas competências desejáveis para que o profissional tenha formação plena e atual. A análise foi feita a partir do Plano Pedagógico do Curso (PPC) associada a entrevista com o corpo docente e discente a respeito de sua percepção sobre a filosofia BIM e as habilidades necessárias a serem desenvolvidas durante a graduação.

2 Metodologia

A primeira fase da pesquisa foi dividida em duas etapas, sendo a primeira com o objetivo de identificar o grau de maturidade BIM que a instituição e a comunidade possui frente ao PPC em vigência avaliando aspectos como: (i) a política institucional e ações acerca da implementação BIM por parte da administração superior e do corpo docente do curso; (ii) os processos BIM envolvidos e aplicados no ensino, pesquisa e extensão; e, (iii) a infraestrutura física e tecnológica disponível ou possível de ser disponibilizada para o desenvolvimento do ensino BIM. A outra etapa, buscou analisar a matriz curricular e a potencialidade em se integrar o BIM a partir das habilidades necessárias para cada componente curricular, conforme as tabelas de competências e conceitos da BIM-e (2018, 2020, 2021).

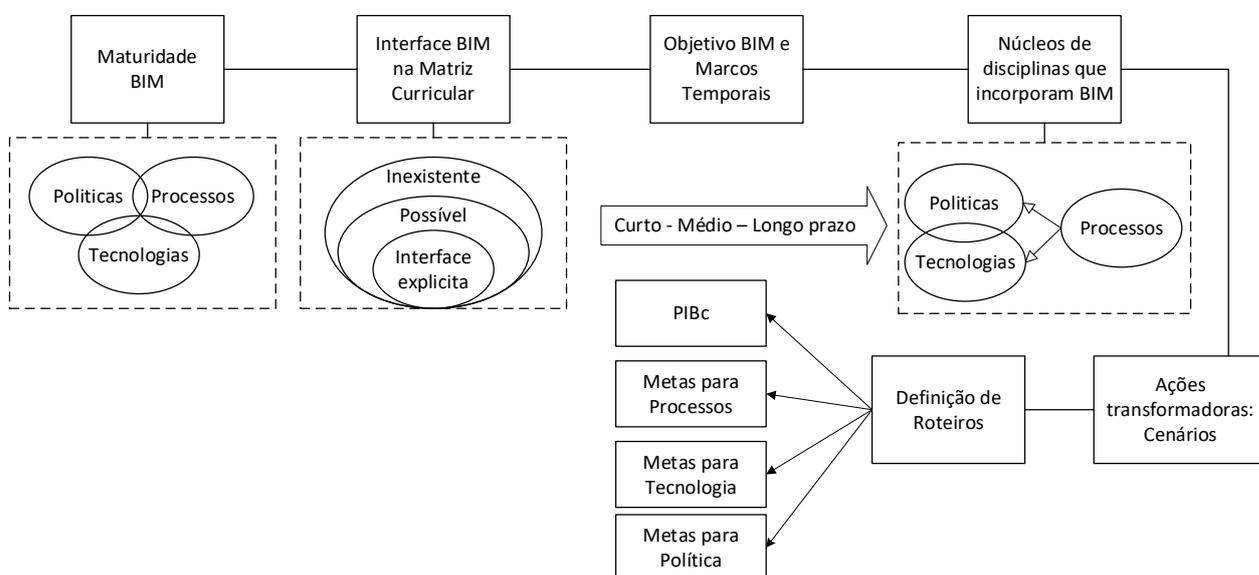
Esta organização foi proposta por Succar (2010) pra se identificar a estrutura BIM existente, as competências e as interfaces necessárias. A estrutura investigativa foi aperfeiçoada por Checcucci (2014), Böes (2019) e Lima (2019) para as investigações dos PPCs dos cursos, permitindo classificar e analisar a matriz curricular por meio de dez categorias com níveis de aderência de cada componente obrigatório e optativo dos PPCs dos cursos, sendo: sem interface, com potencial interface e com clara interface BIM. No contexto local, do curso de ECV/UDESC, os trabalhos seguiram a metodologia proposta pelos autores e foram organizados em três etapas:

Para alcançar estes objetivos, os trabalhos foram desenvolvidos em três etapas:

- (i) pela análise das políticas institucionais e departamentais frente as novas necessidades tecnológicas da indústria AEC;
- (ii) análise do PPC do curso ECV/UDESC pelo grupo de trabalho local da Célula BIM credenciada formado por docentes e discentes;
- (iii) por consultas aos demais docentes por meio de formulários e entrevistas quanto a percepção BIM e para os discentes quanto as necessidades observadas por eles;

Desta forma, pode-se identificar a maturidade institucional e dos grupos envolvidos quanto as necessidades de se implementar o BIM e as adequações de curto, médio e longo prazo para a nova matriz curricular para atender aos novos horizontes abertos com o uso tecnológico e as necessidades profissionais. O processo de investigação seguiu a sequência indicada na Figura 3.

Figura 3 – Fluxo de Trabalho



Fonte: Adaptado de Rushel & Ferreira (2022)

Após realizada todas as etapas de diagnóstico, foi possível avaliar as competências e habilidades existentes e as faltantes no PPC vigente para a elaboração de propostas para uma reformulação dos componentes curriculares e implementação BIM em sintonia com os prazos da Estratégia BIM-BR. Para subsidiar a identificação dessa estrutura de formação utilizou-se a organização de “níveis de conquistas” proposta por Sacks & Pikas (2013) e Succar & Kassen (2015).

2.2. Contextualização das Competências Profissionais Necessárias ou Desejáveis

Com o início da implantação do BIM nas IES em 2021, os currículos de formação precisaram ser reformulados considerando as novas necessidades legais e

de mercado. Esta reformulação estava em sintonia com a Resolução CNE/CES 02/2019 do Ministério da Educação, que trazia inovações para Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), exigindo que as engenharias revisassem seus PPCs. Esta exigência abriu uma janela de oportunidades para revisão do conteúdo curricular tradicional ao permitir a discussão das novas necessidades de formação tecnológica e do BIM tanto para a comunidade discente quanto para a docente. Ou seja, dado o cenário posto de inovações e necessidade de inserções tecnológicas nos componentes curriculares dos cursos, exigiu uma discussão profunda acerca das competências e habilidades do profissional do presente e do futuro.

O esforço para definição das premissas deveria ser célere já que em pouco tempo entraria em vigor as fases de implementação BIM na cadeia de construção por força do Decreto Federal 10.306/2020, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Ano-limite para implementação da fase BIM

2021	Uso do BIM no desenvolvimento de projetos em construções novas, ampliações ou reabilitações, a nível de concepção ou modelagem arquitetônica
2024	Projetos complementares teriam suas concepções aceitas apenas com uso do BIM, considerando também o planejamento, orçamentação e o conceito lean construction ou construção otimizada
2028	Implantação total do BIM em todas as dimensões na cadeia da construção civil

Fonte: Adaptado de Brasil (2020)

Os prazos para iniciar o planejamento de um novo PPC considerando a nova abordagem da Estratégia BIM-BR forneceu um período curto para discussão, identificação, proposição e implementação de uma nova estrutura de formação e desenvolvimento de competências. Sacks & Pikas (2013) propuseram uma estrutura atual em níveis de competências desejáveis para um profissional AEC englobando necessidades crescentes de entendimento, aplicação, análise e síntese no desenvolvimento de projetos aliados ao uso de Tecnologias de Informação e da Comunicação (TICs) incluindo o BIM. Segundo Sacks & Barak (2010), estas competências são importantes em um contexto de carreiras profissionais qualificadas como engenheiros e arquitetos, para concretizar os processos e propostas de valor

do BIM. Já para Luth (2011) e Tatum (2011), os profissionais AEC necessitam tanto dos conhecimentos fundamentais no desenvolvimento das habilidades básicas, mas, precisam estar abertos as novas alternativas de ação, principalmente aquelas que permitam automatização, redução do tempo de trabalho, redução de custos operacionais e o trabalho colaborativo e intercambiável entre as plataformas.

Soma-se a isto os novos conceitos que vem sendo discutidos no mundo sobre a indústria 5.0, suas ramificações e até a coexistência com a indústria 4.0 durante a fase transitória, como descrevem Coelho et al. (2023), Golovianko et al. (2023), Karmakar et al. (2021) e Leng et al. (2022), que mostra que existem discussões avançadas para uma indústria de inovações para toda a cadeia AEC, enquanto a indústria brasileira ainda discute os processos de implementação das tecnologias da indústria 4.0, indicando um grande atraso em métodos e procedimentos. E considerando que parte desta mudança de mentalidade nasce da academia, o atraso tecnológico é ainda maior na implementação BIM nos currículos dos cursos. Ou seja, enquanto a academia e a indústria discutem os métodos de se implementar a indústria 4.0, existem mercados maduros discutindo a transição e a implementação das tecnologias da indústria 5.0.

Desta forma, a necessidade de se acompanhar a evolução das carreiras é determinante para a evolução da indústria da construção civil no país, ainda mais que a cada ano é crescente a formação e entrada de novos participantes da indústria AEC. Segundo o CONFEA (2022, 2024) há uma demanda crescente na indústria por profissionais com habilidades em BIM em diversas dimensões, se tornando comum no contexto empresarial brasileiro. Apesar disso, os PPCs dos cursos no país não acompanharam as necessidades de mercado e a evolução tecnológica, onde, segundo Böes (2019), apesar das centenas de instituições de ensino superior que possuem cursos de arquitetura e engenharia, apenas 23 apresentavam à época desenvolvimento de alguma habilidade BIM descrita. O autor ainda identificou que outras instituições de ensino entravam em conflito ao não desenvolver as competências necessárias por não compreender quais habilidades eram necessárias nesta “nova” indústria (4.0), desconhecendo ainda quais métodos didáticos deveriam ser utilizados na introdução do BIM nos currículos.

Pelos motivos apresentados que antes de se implementar do BIM Curricular (PIBc) é necessário um diagnóstico do PPC, a identificação das potencialidades regionais e a associação das habilidades e competências desejadas à luz da literatura especializada, seguido de um plano de implementação institucional e treinamento do corpo docente para as novas práticas e exigências do mercado atual.

2.3 Competências Profissionais do Engenheiro Civil da UESC

O PPC de ECV/UESC apresenta as competências a desenvolvidas que se assemelham ao descrito por Luth (2011), conforme pode-se notar nos trechos extraídos dos respectivos documentos (Quadro 1).

Quadro 1 - Comparação das definições das competências do engenheiro civil

Definição Luth (2011)	Definição PPC Eng.Civil UESC (2016)
“Os engenheiros de construção precisam entender os fundamentos de engenharia usados em cada disciplina...”	“...capacidade para compreender questões científicas, técnicas, sociais, ambientais e econômicas...”
“...O engenheiro de construção deve ser hábil em lidar com as incertezas e ambiguidades do processo de projeto...”	“... apresentando flexibilidade intelectual e adaptabilidade contextualizada no trato de diferentes situações no campo de atuação profissional..”
“...O engenheiro de construção deve ser capaz de desenvolver novos meios, métodos e seqüências de construção...”	“O curso pretende uma formação voltada para o desenvolvimento da capacidade criativa e do espírito crítico...”
“...O engenheiro de construção deve estar disposto e ser capaz de mobilizar conhecimento de diversos recursos, tanto na equipe quanto fora dela, para atingir os objetivos do projeto.”	“...profissional capaz de atuar nas fases essenciais de um projeto de engenharia, conseguindo conceber, planejar, dimensionar, construir e operar os sistemas e materiais da Engenharia Civil.”

Fonte: Luth (2011), UESC (2016)

Succar (2013) classifica as competências essenciais do BIM em alguns níveis, sendo:

- Nível 1: competências diretamente conectadas com a essência individuais como a atitude, experiência pessoal, capacidade de comunicação e outras *soft skills*, concedendo ao usuário a agilidade em seus projetos e melhores chances de sucesso;
- Nível 2: competências de domínio, conectadas as capacidades de entregar resultados. São divididas em dois subníveis, onde existem as habilidades primárias de gerenciais, funcionais, técnicas e de suporte; e as habilidades secundárias de administração, operação, implementação, pesquisa e desenvolvimento;
- Nível 3: competência de execução, que está ligada a capacidade de utilizar as ferramentas de trabalho, sejam físicas ou lógicas.

O PPC ECV/UESC (Consepe, 2016) previu conceitualmente, as competências e habilidades alinhadas às descritas por diversos autores, permitindo a implementação de TICs e o BIM em seu processo pedagógico sem muitas intervenções (Luth, 2011; Tatum, 2011; Succar et al. 2013; Sacks & Pikas, 2013). Foi possível identificar que os níveis cognitivos de conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação em diversos componentes profissionalizantes, habilitando os discentes aos requisitos básicos para um contato com o BIM, mesmo não possuindo indicação explícita de uso das ferramentas. Com isso, durante o processo de análise do PPC vigente, foram sugeridas modificações para que diversos componentes se adequem aos aspectos legais e tecnológicos, sendo identificados e classificados por aderência frente as necessidades BIM.

3 Resultados e Discussão

3.1. Diagnóstico de Maturidade BIM

Parte-se do conceito de maturidade delimitado por Succar (2010), que indica o estágio de preparação que a universidade se encontra para a implementação do BIM, considerando suas forças e deficiências, permitindo ainda a compreensão dos pontos que devem ser trabalhados para se obter níveis de maturidade elevados. O diagnóstico é dividido em três grandes áreas, descritos no Quadro 2, que segue os mesmos protocolos de trabalho para as células da Rede BIM.

Já o diagnóstico de maturidade BIM na estrutura do curso antes de se implementar o BIM Curricular (PIBc), observando os processos, tecnologia e política internas da instituição frente as necessidades físicas. Este procedimento avaliativo é descrito por Böes (2019), Lima (2019) e Böes & Lima (2021), permitindo uma quantificação numérica das grandes áreas descritas em nível Pré-BIM, Inicial, Definido, Integrado e Otimizado. O resultado do cruzamento dos fatores e critérios é somado obtendo um indicador de maturidade, conforme o Quadro 3.

Quadro 2 – Categorias de maturidade BIM

Política	Processo	Tecnologia
Compreende um autodiagnóstico do corpo docente, como capacitação, engajamento BIM, visão institucional a respeito do BIM, nível de ensino atual, atividades de extensão e iniciação científica utilizando o BIM, além do conhecimento sobre a legislação vigente.	Compreende o desempenho do ensino, pesquisa e extensão do BIM frente aos usos internos nas disciplinas, publicações e número de alunos capacitados.	Compreende a infraestrutura tecnológica disponível ou possível de ser adquirida para o ensino BIM. Considera os acordos institucionais de desenvolvimento e uso de softwares, acordos para aquisição e uso de hardwares, além da infraestrutura física ou laboratorial disponível.

<p>a. Na capacitação docente traz uma abordagem quanto a existência de programas de incentivo a atualização continuada do docente.</p>	<p>Neste critério são quantificados os usos BIM a nível de usuário e componente curricular, a quantidade de capacitados e sua produção acadêmica.</p>	
<p>b. No engajamento BIM, avalia-se o percentual de docentes que já possuem habilidades BIM;</p>		
<p>c. Em visão institucional, avalia-se como o corpo docente entende o BIM em graus de importância dentro do processo de ensino-aprendizagem;</p>		
<p>d. Extensão e Iniciação Científica, avalia-se se há iniciativas individuais, em grupo ou institucionais no uso ou estudos BIM.</p>		

Fonte: Adaptado de Succar (2010)

Quadro 3 – Nível de maturidade BIM

INDICADORES			
	Índice de Maturidade	Nível de Maturidade	Classificação textual
A	0-19%	Pré-BIM	Inexistência de maturidade
B	20-39%	Inicial	Baixa maturidade
C	40-59%	Definido	Média maturidade
D	60-79%	Integrado	Alta maturidade
E	80-100%	Otimizado	Muito alta maturidade

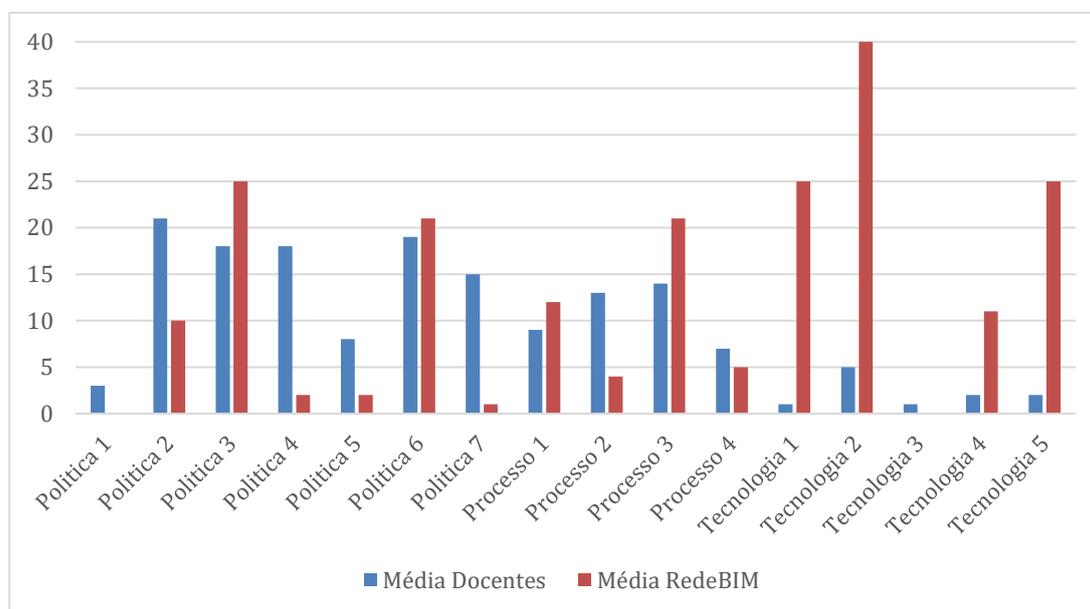
Fonte: Bões (2019) e Bões et al (2021)

A análise do PPC ECV/UESC obteve 206 pontos, gerando um grau de maturidade de 12,875 e um índice de maturidade de 25,75%, classificando o curso como “nível inicial de maturidade” e “baixa maturidade institucional”. Estes valores

foram obtidos do cruzamento entre os fatores e critérios descrito por Böes (2019), Lima (2019) e Böes et al (2021), e feito pela comissão da célula local da Rede BIM.

Aplicando os mesmos critérios e fatores sobre as entrevistas realizadas com os docentes do curso, obteve-se o índice de maturidade de 19,38%, classificando o curso em uma situação em um nível inferior, como “Pré-BIM”, indicando que há uma existência de maturidade do curso. Os dados comparados são apresentados na Figura 4.

Figura 4 – Situação geral das respostas dos docentes e da comissão local Rede BIM



Analisando os dados levantados, foi possível reorganizar cada critério por nível de maturidade, destacando os elementos cuja percepção é predominante, como se segue:

Tabela 2 – critérios aplicados na análise da maturidade

Nível: Pré-BIM

Política 1	Capacitação docente: Não há nenhum incentivo ou programa de capacitação em BIM destinado ao corpo docente
Política 4	Ensino BIM: O BIM não está inserido no ensino

- Política 7 Não há conhecimento sobre seu conteúdo
- Processo 2 Disciplinas BIM: Não há nenhuma disciplina que envolva BIM
- Tecnologia 3 Acordos institucionais com fabricantes de hardware: Não há nenhum acordo institucional com fabricantes de hardwares

Nível: Inicial

- Política 2 Engajamento BIM do corpo docente: Até 10% do corpo docente domina a metodologia e software BIM
- Processo 1 Usos BIM: Até 5 usos BIM
- Processo 4 Alunos Capacitados: Até 50 alunos capacitados
- Tecnologia 4 Hardware: Hardware adequados em apenas algumas estações de trabalho em uns laboratórios de informática destinados aos alunos. Aquisição de hardware ocorre sem nenhum planejamento de acordo com os usos e software BIM pretendidos

Nível: Definido

- Política 3 Visão Institucional BIM: O BIM é enxergado como importante, mas não como prioridade ou como metodologia no processo de ensino-aprendizagem para os alunos
- Política 6 Iniciação Científica: Não há Iniciação Científica formalizada, apenas ações individualizadas entre professores e alunos na produção de pesquisas
- Processo 3 Publicações: Publicações esporádicas, sem periodicidade, com alcance em congressos regionais e nacionais
- Tecnologia 1 Acordos institucionais com desenvolvedores de softwares: Há acordos institucionais com um desenvolvedor de software: Fornecimento de software para acesso na IES e Fornecimento de software para acesso individual dos alunos (fora IES)
- Tecnologia 5 Infraestrutura: Laboratórios de Informática com estações de trabalho com hardware e software BIM individualizado. Com uso exclusivo para o ensino BIM

Nível: Integrado

- Tecnologia 2 Software: Instalados em todos os computadores de no mínimo um laboratório de informática destinado aos alunos. A instalação ocorre de forma institucionalizada, controlada, licenciada e monitorada

Nível: Otimizado

- Não houve critério classificado nesta categoria

Fonte: Autores

A situação revela o grau de desconhecimento institucional e docente acerca das potencialidades da inserção BIM e das reais demandas do curso. Nota-se a existência do baixo desempenho em diversos itens das políticas institucionais,

mostrando uma necessidade de uma mudança de filosofia ou uma melhor divulgação sobre sua importância para uma melhor formação profissional. Mostra também uma necessidade de um envolvimento dos docentes na busca de atualizações e integração das tecnologias de informação nos componentes curriculares. Observa-se também que existem ações pontuais no uso do BIM em pesquisas e extensão, com capacitação individualizada dos discentes.

Como pontos fortes, foi identificado que os laboratórios estão organizados, com equipamentos e softwares disponíveis com alguma facilidade em sua atualização. Enquanto que são poucos os componentes curriculares que possuem em suas ementas a descrição do uso de aplicações BIM, no entanto, algumas transferem conhecimento prático com uso de ferramentas BIM por meio de projetos avaliativos associados ao conteúdo teórico. Um ponto que foi observado e que vale destacar é a baixa compreensão ou entendimento do conceito e potencialidades BIM e como inseri-los nos componentes curriculares, sendo necessário o envolvimento dos professores em capacitações ligadas ao tema. Tal situação pode ser mitigada com envolvimento institucional, com a implementação de uma política interna de atualização contínua do quadro pessoal, e conseqüentemente, a introdução de novas metodologias nos componentes curriculares.

No que tange a atualização tecnológica, nota-se um grau intermediário de maturidade já que a universidade dispõe de laboratórios com capacidade parcial de atendimento das demandas, sendo reconhecida a necessidade de atualizações de hardware, já que a capacidade computacional é restrita a ferramentas CAD/CAM e poucas aplicações BIM. É reconhecido também a necessidade de se ampliar os espaços de desenvolvimento disponíveis, tanto em laboratórios de uso compartilhados quanto a espaços de uso exclusivos. Por outro lado, a disponibilidade e parcerias com produtoras de softwares BIM atualizadas são facilitadas devido a programas de concessão de licenças de uso estudantil.

3.2. Análise da Matriz Curricular (AMC)

Böes (2019) fez um estudo destacando as dificuldades e potencialidades na implantação do BIM no contexto empresarial da indústria AEC, onde identificou que a baixa performance BIM dos profissionais recém formados devido à falta ou baixa exposição às ferramentas específicas em seus currículos formadores. Esta situação também foi discutida por Andrade (2018), que identificou a necessidade de se modernizar e adequar as matrizes curriculares por meio de uma compatibilização de conteúdo ou aumento da permeabilidade dos componentes curriculares com alguma interface BIM. Partindo-se da necessidade identificada em aumentar a exposição as novas tecnologias, associado as novas demandas impostas pela “Estratégia BIM-BR” e a exigência de revisão curricular exigido pelo CNE/CES 02/2019, verifica-se que o momento é propício para uma mudança das dinâmicas curriculares e o aumento do entendimento docente/discente acerca da atualização profissional para o mercado de trabalho presente e futuro.

Para realizar tais mudanças é importante não apenas inserir o BIM nas ementas dos componentes curriculares, mas adequar os métodos e ferramentas de ensino por meio de TICs. Segundo Andrade (2018) é na universidade que o estudante terá o primeiro contato com a teoria, prática e aplicação das ferramentas, podendo integrar os conhecimentos em ambiente computacional e se familiarizando em modelar a informação desde os primeiros traços do projeto. Desta forma, o grupo local da Célula BIM realizou uma Análise da Matriz Curricular (AMC) com base na estrutura proposta por Sacks & Pikas (2013), de modo que seja possível identificar os componentes curriculares com alguma interface BIM e com isso propor a melhor forma de sua inserção. Assim, este tópico discute os resultados da AMC do curso de ECV/UESC no contexto de implementação futura do BIM, realizado pela análise direta feita pela comissão e pela consulta direta ao corpo docente do curso.

O método de análise parte da estrutura apresentada no Quadro 4, compostas para classificar o grau de compatibilidade de cada componente curricular com o BIM baseados na proposta de Checcucci et al (2014).

Quadro 4 – Categorias e fatores de interface BIM

Categoria		Fator	Categoria		Fator
-	Interface BIM com a disciplina indicada	Não existe	C	Estágios de Implementação	Modelagem
		Pode haver interface			Colaboração entre áreas
		Existe uma interface clara			Integração entre disciplinas
A	Conceito	Ciclo de vida da edificação	D	Potencial de Integração com a disciplina	Alunos de diferentes cursos
		Colaboração			Integração com disciplinas de mesmo ciclo
		Interoperabilidade			Integração com disciplinas de outro ciclo
		Coordenação	E	Ciclo de vida	Estudo de viabilidade
		Modelagem geométrica tridimensional			Projeção
		Parametrização			Planejamento da Construção
		Orientação a Objetos			Construção
		Semântica do modelo			Uso: Operação/manutenção
		Visualização do modelo			Demolição ou requalificação
		Simulação e análise numérica			F
B	Competência	Manipulação de modelos BIM	Estruturas		
		Modelagem geométrica sólida	Instalações		
		Modelagem BIM por bibliotecas	G	Tipo de Competência	Conceitual
		Desenvolvimento de componentes			Prática
		Uso de repositórios	H	Grupo de Conhecimento	Básico
		Interoperabilidade			Profissionalizando Essencial
		BCF (Bim Collaboration Format)			Profissionalizando Específico
		Integrar modelos			Núcleo de Atividade

	Integrar BIM com outras tecnologias		Outros
--	-------------------------------------	--	--------

Fonte: Adaptado de Checcucci (2014)

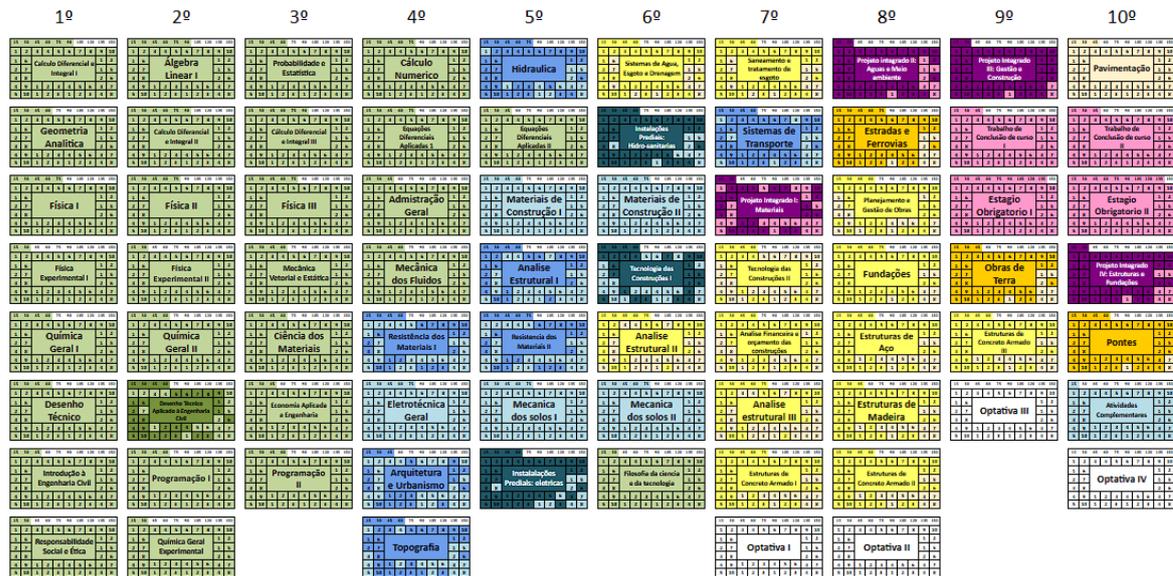
Cada categoria possui uma definição específica, permitindo identificar as potencialidades de integração BIM com base na avaliação dos programas dos componentes curriculares. Deste modo, foram realizadas entrevistas para que os docentes avaliassem as disciplinas de forma a identificar o nível de aderência de cada componente com o BIM, discutindo para além da sala de aula, como no âmbito das experiências pessoais e capacitações, e por fim, realizada uma análise pela comissão. A Figura 5 apresenta o esquema de preenchimento realizado com as categorias destacadas por cores relacionadas as categorias do Quadro 4.

Figura 5 – Preenchimento das categorias para a disciplina analisada

15	30	45	60	75	90	120	150	180	CH
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6	Nome da disciplina						1	2
2	7							1	5
3	8							2	0
4	9	1	3	3	4	5	6	2	-
5	10	1	2	3	1	2	3	4	-

Seguindo desta forma, os resultados da análise individual foram organizados em uma matriz curricular disposta, permitindo um diagnóstico visual com tonalidades das cores-padrão, facilitando o entendimento das potencialidades do curso, o tipo de conteúdo e o grau de integração ao BIM. A organização da grade curricular ECV/UESC encontra-se na Figura 6.

Figura 6 – Mapa analítico da matriz curricular do curso ECV/UESC



	Sem Interface	Possível Interface	Clara Interface
Conteúdos básicos			
Conteúdos Profissionais Essenciais			
Conteúdos Profissionais Específicos			
Núcleo de Atividades			

Nos componentes curriculares do ciclo básico, nota-se uma baixa aderência dos conteúdos ao BIM. Isto se deve ao tipo de conteúdo abordado em um curso de engenharia como cálculo, física e química que são componentes de formação inicial. No ciclo essencial e específicos, é possível identificar possível ou clara interface com o BIM em diversos componentes. O estado de possível ou clara interface é explicado devido à alta carga teórica das disciplinas com baixa aplicação tecnológica BIM, porém, com potencial de se converter parte do conteúdo programático em aplicações práticas com uso de ferramentas no desenvolvimento de habilidades. Para o núcleo de atividades as entrevistas demonstraram existir possível aderência por se tratar de atividades tipicamente projetuais ou de práticas de campo como estágios supervisionados, onde o discente é exposto a um ambiente corporativo que pode ou não fazer uso do BIM em seus processos.

Desta forma a construção matricial do currículo, categorizado em cores, permite uma análise dos pontos fortes e fracos do plano pedagógico do curso frente a integração BIM, permitindo uma reflexão sobre a inserção das ferramentas

computacionais, os métodos e as formas de ensino dentro de cada componente curricular. No caso em questão, nota-se um espaço para aperfeiçoamento das disciplinas integradas com o BIM, já que a matriz deixa clara a baixa aplicação atual nos conteúdos programáticos.

3.3. Expectativas de mercado local para implementação BIM

O BIM surge como o principal meio de gerenciamento, orçamento, visualização antecipada do projeto e planejamento da manutenção, melhorando toda a área de gestão dos profissionais AEC. A metodologia aplicada de forma adequada garante um fluxo de informações entre os colaboradores em todas as suas etapas do empreendimento.

Atualmente o mercado oferece mais de 200 softwares em BIM para as mais diversas áreas, tais como geotecnia, saneamento, estradas, planejamento entre outros. Na construção civil, por exemplo, é necessário a junção de diversas informações iniciais fornecidas por diversos profissionais e áreas, as dimensões do terreno, localização, topografia, sondagem do solo, inúmeras diretrizes do cliente e legislações. As informações são originárias de diversos setores e precisam ser checadas constantemente pelo setor de planejamento para avaliar o avanço da obra, de forma que a implementação BIM permite um controle mais próximo da realidade do empreendimento.

No mercado local a implementação do BIM vem seguindo o cronograma proposto pela Estratégia BIM-BR. Por meio de formulários eletrônicos, diversas empresas foram consultadas para se entender o nível de maturidade dos profissionais e processos existentes nas empresas na região de influência da universidade. Como resposta geral, o uso de ferramentas BIM é disseminado de acordo com o foco da empresa: (i) Empresa de projeto, utilizam ferramentas e metodologias de trabalho que englobam o BIM 3D ao 5D; (ii) Construtoras, usam além das ferramentas BIM tradicionais do 3D ao 5D, outras ligadas ao 7D ao 9D com maior predominância devido ao tipo de operação que eles desempenham, além de ferramentas de gestão a partir da nuvem para centrar e gerir os processos; (iii) Empresas de diagnóstico não

exploram o potencial BIM em seus fluxos de trabalho; (iv) em prefeituras e repartições públicas, o BIM tem pouco uso predominando as ferramentas 2D e planilhas convencionais, embora seja feito uso de ferramentas BIM 3D para leitura de projetos enviados para os setores.

Notou-se uma baixa maturidade quando a necessidade de se implementar o BIM nas empresas, devido principalmente a dificuldade em se mudar a cultura e os processos de gestão e executivos a partir de métricas de planejamento avançado com as ferramentas. Esta constatação está de acordo com o encontrado por Sienge (2022) quanto a maturidade do uso BIM, tendo cerca de 60% das empresas se autodeclarando como abaixo do Nível 1 de maturidade (24% em Nível 0, 35,36% em Nível 1).

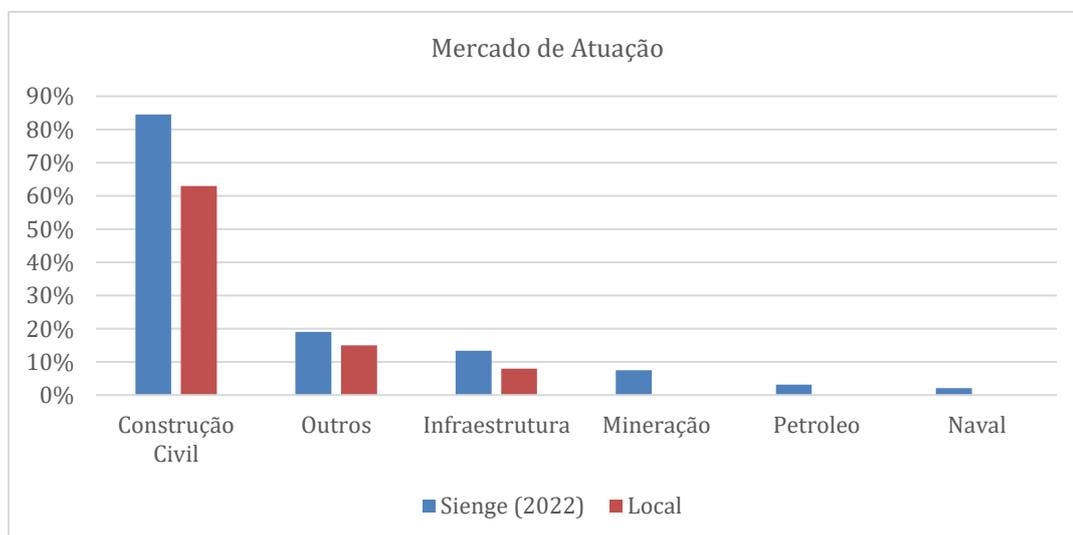
Outro ponto citado diz respeito da formação dos discentes que não vem acompanhando a transição tecnológica, sendo que estes possuem conhecimento da existência da ferramenta, mas com habilidades em níveis básicos à intermediário, cabendo a empresa ou ao próprio profissional buscar conhecimento fora da academia. Segundo Sienge (2022) 58% das empresas consultadas possuem algum profissional com conhecimentos necessários e 26,5% não possuem pessoal qualificados para o uso de ferramentas BIM. Infere-se que os estímulos para o uso das ferramentas BIM por parte dos recém profissionais advém da inserção no mercado a partir dos estágios, onde o jovem é exposto a prática de campo e conhece as necessidades e dificuldades, incluindo as ferramentas computacionais ou métodos BIM que permitam a otimização de determinado processo. Quanto as repartições públicas, poucos tem conhecimento dos prazos definidos na Estratégia BIM-BR, usando as ferramentas a nível de leitura de projetos.

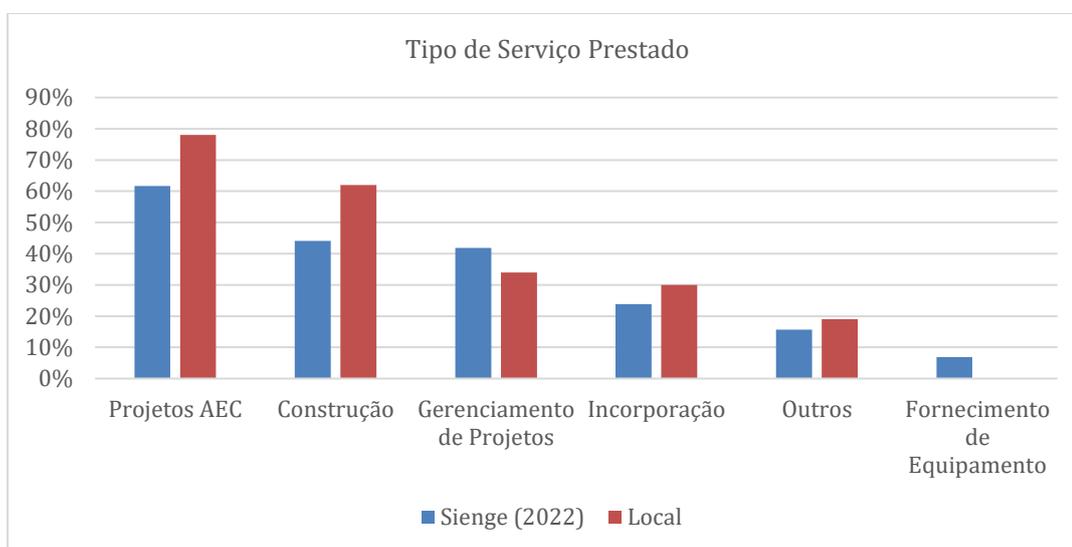
De certo modo, é possível notar uma expectativa por parte do mercado para a disponibilização de profissionais mais capacitados em BIM, seja por meio de cursos de graduação, pós-graduação ou de treinamentos especializados. No entanto, os resultados da pesquisa demonstram que o conhecimento ainda é pouco difundido entre todos os envolvidos, ficando em sua maioria restritos a pontos focais da organização, o que impacta na natureza colaborativa que o processo BIM implica. (SIENGE, 2022). Os dados encontrados com as consultas condizem com a pesquisa

Sienge (2022) quanto a maturidade BIM no Brasil, onde 59% das organizações se autoavaliaram em nível inicial, 48% indicaram uma falha na capacitação dos profissionais, 37% não possuem hardware adequado para o uso de aplicações BIM, 88% não possuem os procedimentos BIM implementados na empresa, mas que 70% das empresas se veem utilizando o BIM nos processos industriais nos próximos anos. A pesquisa ainda apontou que 60% dos usuários BIM são os escritórios de projeto voltados para a construção civil. Quanto a setorização, a pesquisa comparada detalhou o perfil das empresas consultadas e apresentadas na Figura 7.

Deduz-se então que a exposição do discente as ferramentas e metodologias BIM desde os componentes curriculares vão fortalecer e acelerar a transição tecnológica e a mudança de processos na indústria AEC, já que estes podem agir de forma efetiva na implementação tecnológica.

Figura 7 – Resultados da pesquisa do mercado local comparado com o nacional, (a) por mercado e (b) por serviço prestado.





Fonte: Autores

4 Considerações Finais

A metodologia proposta por Böes (2021) compele em duas abordagens: a primeira pela criação de novos componentes curriculares com conteúdo que aborde o BIM e a segunda com a introdução do BIM nas disciplinas existentes. Conclui-se que o baixo grau de maturidade e aplicação BIM na universidade é decorrente da falta de estímulo institucional com a disponibilização de infraestrutura e capacitações para o corpo docente, e com parcela de responsabilidade, o corpo docente que vem convertendo lentamente os métodos pedagógicos convencionais para o uso de novas tecnologias. Sem fugir das responsabilidades individuais em buscar atualizações, cabe a instituição internalizar os preceitos da Estratégia BIM-Br e buscar melhorias por meio de ações capacitativas ou compensações. Tais ações, quando somadas, permitirão uma mudança de cultura no ensino da engenharia e no processo de aprendizagem discente. Assim, a médio prazo, com os novos profissionais egressos, espera-se uma mudança prática na implementação BIM no mercado da construção civil.

Por fim, fica evidente a necessidade de estímulos para a criação de uma cultura BIM nos cursos de Engenharia, em especial o curso ECV/UESC, devido tanto a exigência legal, mas como forma de aproximar a formação as reais necessidades do

mercado, fora a modernização dos componentes curriculares com a reinvenção criativa do processo ensino/aprendizagem voltados para esta nova realidade.

Referências

ALIZADEHSALEHI, Sepehr; HADAVI, Ahmad; HUANG, Joseph Chuenhuei. From BIM to extended reality in AEC industry, Automation in Construction, Volume 116, /2020, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103254>. Acesso em: 15/07/2024.

ANDRADE, Raphael Augusto de. Implementação do BIM no ensino: adequação de matrizes curriculares de cursos de arquitetura através da identificação de permeabilidades de conteúdo. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia – UFJF. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/8231>. Acesso em: 10/07/2024.

BibLus team. As dimensões do BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D. 2018. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/as-dimensoes-do-bim-3d-4d-5d-6d-7d>. Acesso em: 14/07/2024.

BIM-e Initiative. 201in Competency Table (v.2.1). 2021. Disponível em: <https://bimexcellence.org/resources/200series/201in>. Acesso em: 28/06/2024.

BIM-e Initiative. 211in Model Uses List (v.1.26). 2020. Disponível em: <https://bimexcellence.org/resources/200series/211in>. Acesso em: 28/06/2024.

BIM-e Initiative. 291in Conceptual BIM Ontology (v3.22). 2018. Disponível em: <https://bimexcellence.org/resources/200series/291in>. Acesso em: 28/06/2024.

BÖES, J. S. Proposta de plano de implantação do BIM na indústria da construção civil. 2019. 281f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/50872>. Acesso em: 14/07/2024.

BÖES, Jeferson Spiering, BARROS, José de Paula e LIMA, Mariana Monteiro Xavier de. Modelo de maturidade BIM para instituições de ensino superior. Ambiente Construído [online]. 2021, v. 21, n., pp. 131-150. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000200518>. Acesso em: 15/07/2024.

BÖES, J. S.; BARROS NETO, J. de P.; LIMA, M. M. de. BIM maturity model for higher education institutions. Ambiente Construído, v. 21, n. 2, p. 131–150, abr. 2021. Acesso em: 15/05/2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000200518>. Acesso em: 28/06/2024.

BRASIL. Estratégia BIM BR – Estratégia Nacional do Building Information Modelling (BIM). 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/building-information-modelling-bim/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>.

Acesso em: 10/07/2024.

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. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm. Acesso em: 05/07/2024.

BRASIL. Decreto Nº 10.306, de 02 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, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm.

Acesso em: 05/07/2024.

CHAREF, Rabia; ALAKA, Hafiz; EMMITT, Stephen. Beyond the third dimension of BIM: A systematic review of literature and assessment of professional views, Journal of Building Engineering, Volume 19, 2018, Pages 242-257. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2018.04.028>. Acesso em: 14/07/2024.

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

Disponível em: <https://doi.org/10.20396/parc.v5i1.8634540>. Acesso em: 10/07/2024.

CNE/CES 02/2019. Ministério da Educação. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/pec-g/33371-cne-conselho-nacional-de-educacao/74471-resolucoes-cne-ces-2019>. Acesso em: 05/07/2024.

COELHO, Pedro; BESSA, Catarina; LANDECK, Jorge; SILVA, Cristovão. Industry 5.0: The Arising of a Concept. Procedia Computer Science. Vol. 217. pg . 1137–1144. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.312>. Acesso em: 29/06/2024.

CONFEA. BIM – A transformação começa agora. 2022. Disponível em:

<https://www.confesa.org.br/bim-transformacao-comeca-agora>. Acesso em:

10/07/2024.

CONFEA. BIM será utilizado para impulsionar o desenvolvimento nacional. 2024.

Disponível em: <https://www.confesa.org.br/index.php/bim-sera-utilizado-para-impulsionar-o-desenvolvimento-nacional-0>. Acesso em: 10/07/2024.

CONSEPE/UESC. Resolução 34/2016 Aprova o Projeto Pedagógico Curricular do Curso de Engenharia Civil. Disponível em: http://www.uesc.br/cursos/graduacao/bacharelado/eng_civil/arquivos/34_2016atualizado.pdf. Acesso em: 14/07/2024.

DARÓS, José. Guia completo: BIM 10D – Construção industrializada. Disponível em: <https://utilizandobim.com/blog/bim-10d-construcao-industrializada>. Acesso em: 08/07/2024.

GOLOVIANKO, Mariia; TERZIYAN, Vagan; BRANUTSKI, Vladyslav; MALYK, Diana. Industry 4.0 vs. Industry 5.0: Co-existence, Transition, or a Hybrid. Procedia Computer Science. Vol 217, 2023, Pages 102-113. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.206>. Acesso em: 08/07/2024.

MALLA, Vijayeta; JAGANNATHAN, Murali; DELHI, Venkata Santosh Kumar. Identification of BIM Dimension-Specific Contract Clauses in EPC Turnkey Projects. Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction. Vol. 14, Issue 1 (February 2022). Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LA.1943-4170.0000512](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LA.1943-4170.0000512). Acesso em: 10/07/2024.

MONTEIRO, V.; AFONSO, A. Avaliação do quantitativo de engenheiros cadastrados em relação aos engenheiros formados no sistema confea/crea assessment of the quantitative of engineers enrolled in relation of formed engineers in the confea / crea system. Anais do Contecc 2021: ISSN 2358117-4, Ano 7, Volume 1. Disponível em: <https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/Contecc2021/Experi%C3%Aancia%20Profissional/AVALIACAO%20DO%20QUANTITATIVO%20DE%20ENGENHEIROS%20CADASTRADOS%20EM%20RELACAO%20AOS%20ENGENHEIROS%20FORMADOS%20NO%20SISTEMA%20CONFEA%20CREA.pdf>. Acesso em: 28/06/2024.

KARMAKAR, Ankan; DELHI, Venkata Santosh Kumar. Construction 4.0: what we know and where we are headed?. ITcon Vol. 26, pg. 526-545. 2021. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.36680/j.itcon.2021.028>. Acesso em: 05/07/2024.

LENG, Jiewu; SHA, Weinan; WANG, Baicun; ZHENG, Pai; ZHUANG, Cunbo; LIU, Qiang; WUEST, Thorsten; WANG, Lihui. Industry 5.0: Prospect and retrospecto. Journal of Manufacturing Systems. Vol 65, October 2022, Pages 279-295. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.09.017>. Acesso em: 12/07/2024.

LIMA, Luciana de Oliveira. Análise de modelos de maturidade para medição da implementação do building information modeling (BIM). 2019. 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4376>. Acesso em: 10/07/2024.

LÓPEZ, F.J.; LERONES, P.M.; LLAMAS, J.; Gómez-García-Bermejo, J.; ZALAMA, E. A Review of Heritage Building Information Modeling (H-BIM). Multimodal Technol.



<https://www.faccrei.edu.br/revista>

Interact. 2018, 2, 21. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/mti2020021>. Acesso em: 10/07/2024.

LUTH, Gregory. VDC and the Engineering Continuum. Journal of Construction Engineering and Management. Vol. 137, Issue 10 (October 2011). Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000359](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000359). Acesso em: 14/07/2024.

QUEIROZ, Rudney C. Introdução à engenharia civil: história, principais áreas e atribuições da profissão / Rudney C. Queiroz. – São Paulo: Blucher, 2019.

RUSCHEL, R. C. .; FERREIRA, S. L. Rede de Células BIM ANTAC. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 4., 2022. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1–1. DOI: 10.46421/enebim.v4i00.1952. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/article/view/1952>. Acesso em: 05/07/2024.

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, jan. 2010. Disponível em: [dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000003](dx.doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000003). Acesso em: 28/06/2024.

SACKS, R.; PIKAS, E. Building Information Modeling Education for Construction Engineering and Management. I: Industry Requirements, State of the Art, and Gap Analysis. Journal of Construction Engineering and Management, v. 139, n. 11, p. 04013016, nov. 2013. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000759](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000759). Acesso em: 28/06/2024.

SIENGE. Mapeamento da Maturidade BIM no Brasil. 2022. Disponível em: <https://siengeprod.wpenginepowered.com/wp-content/uploads/2022/09/maturidade-bim-no-brasil-2022.pdf>. Acesso em: 14/07/2024.

SUCCAR, B. Building information modelling maturity matrix. In: UNDERWOOD, J.; ISIKDAG, U. (ed.). Handbook of research on building information modeling and construction informatics: concepts and technologies. Hershey: Information Science Reference, 2010. Disponível em: [10.4018/978-1-60566-928-1.ch004](https://doi.org/10.4018/978-1-60566-928-1.ch004). Acesso em: 28/06/2024.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application. Automation in Construction, v. 35, p. 174–189, nov. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.016>. Acesso em: 05/07/2024.

SUCCAR, B.; KASSEM, Mohamad. Macro-BIM adoption: Conceptual structures, Automation in Construction, Volume 57, 2015, Pages 64-79, ISSN 0926-5805, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.018>. Acesso em: 05/07/2024.



<https://www.faccrei.edu.br/revista>

TATUM, C. B. Core Elements of Construction Engineering Knowledge for Project and Career Success. Journal of Construction Engineering and Management. Vol. 137, Issue 10 (October 2011). Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000306](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000306). Acesso em: 14/07/2024.

Recebido em: 28/08/2024.

Aprovado em: 17/12/2024.