



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CAMPUS BALSAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

DÉBORAH PIMENTEL DE ARAÚJO

**A FERRAMENTA BIM NOS CURSOS DE ENGENHARIA
CIVIL DAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO
SUPERIOR DO ESTADO DO MARANHÃO**

**BALSAS-MA
2021**

Déborah Pimentel de Araújo

A ferramenta BIM nos cursos de Engenharia Civil das instituições públicas de ensino superior do estado do Maranhão

Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Monografia, submetido à Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Vinicius Farias de Albuquerque

Balsas-MA
2021

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Pimentel de Araújo, Déborah.

A FERRAMENTA BIM NOS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL DAS
INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO SUPERIOR DO ESTADO DO
MARANHÃO / Déborah Pimentel de Araújo. - 2021.

52 p.

Orientador(a): Vinicius Farias de Albuquerque.

Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do
Maranhão, Balsas-MA, 2021.

1. BIM. 2. Engenharia Civil. 3. Ensino. 4.
Maranhão. I. Farias de Albuquerque, Vinicius. II. Título.

Déborah Pimentel de Araújo

A ferramenta BIM nos cursos de Engenharia Civil das instituições públicas de ensino superior do estado do Maranhão

Trabalho de conclusão de curso na modalidade Monografia, submetido à Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 13, setembro de 2021:

Prof. Me. Vinicius Farias de Albuquerque - Orientador

Prof. Me. Bruno Roberto Silva de Moraes - Examinador Interno

Prof. Esp. Willame Braga Lima - Examinador Interno

Balsas-MA
2021

RESUMO

O uso da tecnologia *Building Information Modeling* (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção vem ganhando espaço na área da Engenharia Civil, tanto no setor público quanto no setor privado. Apesar disso, a adoção do BIM em cursos de graduação nas instituições públicas de ensino superior ainda é pontual e isso se deve a uma variedade de fatores, que vão desde à falta de infraestrutura e de equipamentos adequados ao pouco espaço na matriz curricular. Sendo assim, esta pesquisa tem como objetivo analisar como a tecnologia BIM é abordada nos cursos de Engenharia Civil das Instituições de Ensino Superior (IES) públicas do Estado do Maranhão. Para isso, foi feito um levantamento das IES públicas do estado do Maranhão que possuem o curso de Engenharia Civil e a coleta dos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPC), para que pudessem ser analisados com relação à presença da tecnologia BIM nos PPC, além de verificar também nos PPC as características dos laboratórios de informática tendo como base as necessidades referentes ao uso da tecnologia BIM. Posteriormente, foi aplicado um questionário *online* com os discentes do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BICT) e Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) *campus* de Balsas, a fim de analisar a percepção destes em relação à tecnologia BIM. Por meio da análise dos dados nos PPC, foi possível perceber que os projetos pedagógicos não tratam da tecnologia BIM e, com relação ao uso de novas tecnologias, os PPC apresentam apenas abordagens genéricas. Com relação aos laboratórios de informática dos cursos, alguns PPC apresentam informações sobre a infraestrutura física dos mesmos, bem como sobre as configurações dos computadores, porém a maioria dos PPC não possui informações sobre os laboratórios de informática. Através do questionário aplicado, observou-se que um percentual alto de alunos desconhece a ferramenta BIM, mas que boa parte dos discentes se mostraram interessados em conhecer a tecnologia BIM, além de entenderem que o uso da tecnologia BIM deve ser incentivado e implementado na universidade. Sendo assim, esta análise mostra que há muito o que ser vencido por essas instituições para a implantação do BIM no ensino. A inclusão da tecnologia BIM nos PPC é uma etapa importante, pois sem um delineamento criterioso de uma proposta de início de implantação do BIM nos PPC, todas as outras etapas que serão necessárias ficarão prejudicadas, dificultando um possível planejamento para implementação do BIM nos cursos.

Palavras-chave: BIM. Engenharia Civil. Ensino. Maranhão.

ABSTRACT

The use of Building Information Modeling (BIM) technology has been gaining ground in the area of Civil Engineering, both in the public and private sectors. Despite this, the adoption of BIM in undergraduate courses at public higher education institutions is still punctual and this is due to a variety of factors, ranging from the lack of adequate infrastructure and equipment to the limited space in the curriculum. Thus, this research aims to analyze how BIM technology is approached in Civil Engineering courses of public Higher Education Institutions (IES) in the State of Maranhão. For this, a survey of public HEIs in the state of Maranhão that have the Civil Engineering course and the collection of Pedagogical Projects of the Courses (PPC) was carried out, so that they could be covered in relation to the presence of BIM technology in PPC, in addition to also check the PPC as characteristics of computer labs based on the need for the use of BIM technology. Subsequently, an online questionnaire was requested from the students of the Interdisciplinary Bachelor of Science and Technology (BICT) and Civil Engineering course at the Balsas campus of the Federal University of Maranhão (UFMA), in order to analyze their perception of BIM technology. Through the analysis of the data in the PPC, it was possible to notice that the pedagogical projects do not deal with BIM technology and, in relation to the use of new technologies, the PPC only present generic approaches. In relation to the courses' computer labs, some PPCs present information about their physical infrastructure, as well as about the computer configurations, but most PPCs do not have information about the computer labs. Through the evaluated questionnaire, noting that a high percentage of students are unaware of the BIM tool, but that a good part of the students are interested in knowing the BIM technology, in addition to understanding that the use of BIM technology should be encouraged and implemented at the university. Therefore, this analysis shows that there is a lot to be overcome by these institutions for the implementation of BIM in education. The inclusion of BIM technology in PPC is an important step, since without a careful design of a proposal to start the implementation of BIM in PPC, all other steps will be impaired, making it difficult to plan for the implementation of BIM in courses.

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 7 |
| 2 | JUSTIFICATIVA | 8 |
| 3 | OBJETIVOS | 9 |
| 3.1 | Objetivo geral..... | 9 |
| 3.1 | Objetivos específicos | 9 |
| 4 | REFERENCIAL TEÓRICO | 10 |
| 4.1 | A metodologia BIM..... | 10 |
| 4.2 | BIM e a construção civil..... | 12 |
| 4.2.1 | BIM e os projetos..... | 13 |
| 4.3 | O BIM no ensino de graduação dos cursos de Engenharia Civil | 16 |
| 5 | METODOLOGIA..... | 21 |
| 6 | RESULTADOS | 22 |
| 6.1 | Levantamento das Instituições Públicas que possuem o curso de Engenharia Civil no Maranhão juntamente com seus Projetos Pedagógicos | 22 |
| 6.2 | Análise dos PPC | 22 |
| 6.2.1 | Organização curricular dos cursos..... | 22 |
| 6.2.2 | Análise dos PPC quanto à presença do BIM nas ementas e bibliografias..... | 27 |
| 6.2.3 | Análise dos PPC quanto à implementação de novas tecnologias | 36 |
| 6.2.4 | Análise dos PPC no que se refere a estrutura dos laboratórios quanto aos requisitos de implementação do BIM | 37 |
| 6.3 | Análise da percepção dos discentes do curso de Engenharia Civil da UFMA campus Balsas sobre a tecnologia BIM e o curso | 39 |
| 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 47 |
| | REFERÊNCIAS..... | 48 |
| | APÊNDICE – QUESTIONÁRIO | 52 |

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia *Building Information Modeling* (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção vem ganhando espaço como ferramenta na área de projetos de engenharia e arquitetura em consequência da intensificação da relação do projeto com as tecnologias de informação. Eastman *et al.* (2014, p. 13) descrevem o BIM como: “[...] uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”.

A adoção do BIM em cursos de graduação nas universidades brasileiras ainda é pontual e isso se deve a uma variedade de fatores, que vão desde a falta de infraestrutura e de equipamentos adequados ao pouco espaço na matriz curricular. Com base nessa discussão, Leal e Salgado (2019, p. 1) ressaltam: “[...] que este é um processo evolutivo que demanda o treinamento de discentes e docentes, bem como o investimento em infraestrutura no ensino”. Desta forma, é importante o desenvolvimento de estudos que possibilitem um entendimento mais detalhado da realidade do ensino do BIM nos cursos de graduação, da infraestrutura, bem como da percepção dos discentes e docentes com relação à tecnologia BIM.

Diante de um mercado bastante competitivo e com clientes cada vez mais exigentes que prezam por clareza e agilidade, engenheiros e arquitetos devem estar atualizados com o que o mercado está oferecendo de mais atual. Hoje em dia, o uso de softwares BIM tem sido um dos meios de diferenciação, mas isso é questão de tempo para que o uso do mesmo seja obrigado na realização de obras privadas assim como já é em obras públicas. “A vantagem competitiva que o BIM oferece motivará escritórios individuais a adotar a tecnologia, não apenas em nome da melhora interna, mas também para obter vantagem competitiva no mercado” (EASTMAN *et al.*, 2014, p. 288).

Sendo assim, este trabalho foi feito por meio de uma pesquisa exploratória documental a partir dos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPC) de Engenharia Civil do estado do Maranhão, no sentido de analisar a presença da tecnologia BIM nas ementas e bibliografias das disciplinas, bem como verificar como os PPC dos cursos tratam da temática da adoção e estímulo ao uso de novas tecnologias.

Além disso, foi feito um levantamento, a partir dos PPC, da infraestrutura dos laboratórios de informática dos cursos, com intuito de identificar se esses laboratórios estariam adequados para uma possível implantação de tecnologias BIM, através de softwares relacionados à Engenharia Civil. Por fim, foi analisada a percepção de discentes com relação à tecnologia BIM e seu uso no curso de Engenharia Civil e na vida profissional.

2 JUSTIFICATIVA

A Engenharia Civil oferece um campo de estudo muito vasto e opera através de uma grande variedade de serviços e tarefas que muitas vezes são executadas simultaneamente, sendo realizadas por uma gama de profissionais de várias especialidades e que depende de projetos e planejamento bem definidos.

As tecnologias aplicadas a essa área podem servir de auxílio para que se possa integrar todos os projetos e o planejamento de forma que se reduza os erros, os custos e os prazos de execução dos mesmos. Dentre essas tecnologias, o BIM se apresenta como uma alternativa importante e que merece atenção não só dos profissionais, mas também das instituições de ensino formadoras desses profissionais.

No Brasil, a tecnologia BIM começou a ter mais visibilidade a partir de 2018 devido o decreto federal que vem alavancando a busca pelo software. A necessidade de adaptação à nova realidade vem incentivando alunos e profissionais da área a buscarem mais conhecimento pelo programa. De acordo com o Art. 1º da Lei nº 10.306, de 2 de abril de 2020, órgãos e entidades federais são obrigados a utilizarem o BIM em licitações públicas na realização de serviços de engenharia (BRASIL, 2020). Com esse decreto, empresas são compelidas a se adaptarem a nova realidade, e as universidades devem seguir e orientar os alunos da área a buscarem pelo conhecimento do software.

Diante disso, entende-se que seja importante aprofundar a compreensão dessa ferramenta e da sua presença nos cursos de Engenharia Civil das instituições públicas de ensino superior no Estado do Maranhão, possibilitando assim uma visão mais próxima da realidade do BIM nessas instituições, servindo de base para estudos futuros, contribuindo dessa forma para uma possível maior inserção da tecnologia BIM nas universidades e, conseqüentemente, na vida profissional dos Engenheiros Civis.

3 OBJETIVOS

Nesta seção serão abordados os objetivos relacionados ao tema.

3.1 Objetivo geral

Analisar como a tecnologia BIM é abordada nos cursos de Engenharia Civil das Instituições de Ensino Superior (IES) públicas do Estado do Maranhão.

3.1 Objetivos específicos

- Fazer o levantamento das instituições públicas que possuem o curso de Engenharia Civil no Maranhão e analisar a presença do conteúdo BIM nos seus Projetos Pedagógicos;
- Caracterizar a infraestrutura dos laboratórios de informática dos cursos, de acordo com as informações presentes nos PCC, com relação às necessidades exigidas para a utilização da tecnologia BIM;
- Analisar a percepção de discentes do curso de Engenharia Civil da UFMA *campus* Balsas sobre a tecnologia BIM.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão abordados os estudos teóricos relacionados ao tema.

4.1 A metodologia BIM

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), o BIM é um processo passo a passo que fornece acesso fácil a um conjunto diversificado de informações sobre um edifício ou instalação para modelagem, armazenamento, substituição, integração, configuração, uso e manutenção do objeto criado, podendo ser aplicado em todo o ciclo de vida de uma construção, desde a ideia do conceito até a construção de prédios, incluindo projeto, construção e a fase de uso, após a estrutura ter sido preparada, entregue e ocupada (CBIC, 2016).

O planejamento de uma obra envolve várias etapas até a finalização da mesma. O BIM possui vários modelos que acompanham o ciclo de vida da obra, possibilitando melhor desenvolvimento do projeto. Além disso, “o BIM possui diversas camadas de informação, conhecidas como dimensões. Um modelo pode ser 4D, 5D, 6D, 7D, até nD, conforme o contexto de sua utilização” (COELHO, 2017, p. 71).

Para Siqueira (2017), o modelo 3D engloba informações espaciais, compatibilização de projeto, relatórios, legendas, ou seja, a documentação necessária para o desenvolvimento das demais etapas, sendo a modelagem em si e a análise inicial. Quando acrescentamos ao modelo 3D o tempo/prazo passamos a ter o modelo 4D, que trata da execução da obra, dando uma estimativa de entrega, ou seja, o cronograma. Quando se tem o projeto, com quantitativos, lista de materiais, estimativa de execução, prazo e acrescentamos o custo, os valores, o orçamento, entramos no modelo 5D. O modelo 6D está relacionado à fase da operação, ao uso da edificação e consumos de insumos, como no ciclo da manutenção. Por último, o BIM 7D é utilizado no pós-construção e entrega da obra, possuindo dados dos fornecedores, manutenção dos equipamentos do prédio, abrangendo todo e qualquer tipo de informação a respeito daquela construção.

Tendo em vista essa divisão de modelos que engloba todo o ciclo de vida da obra, Succar (2008 apud DELATORRE, 2014) afirma que para a adoção do BIM são necessários de 3 estágios, como mostrado na Figura 1 a seguir.

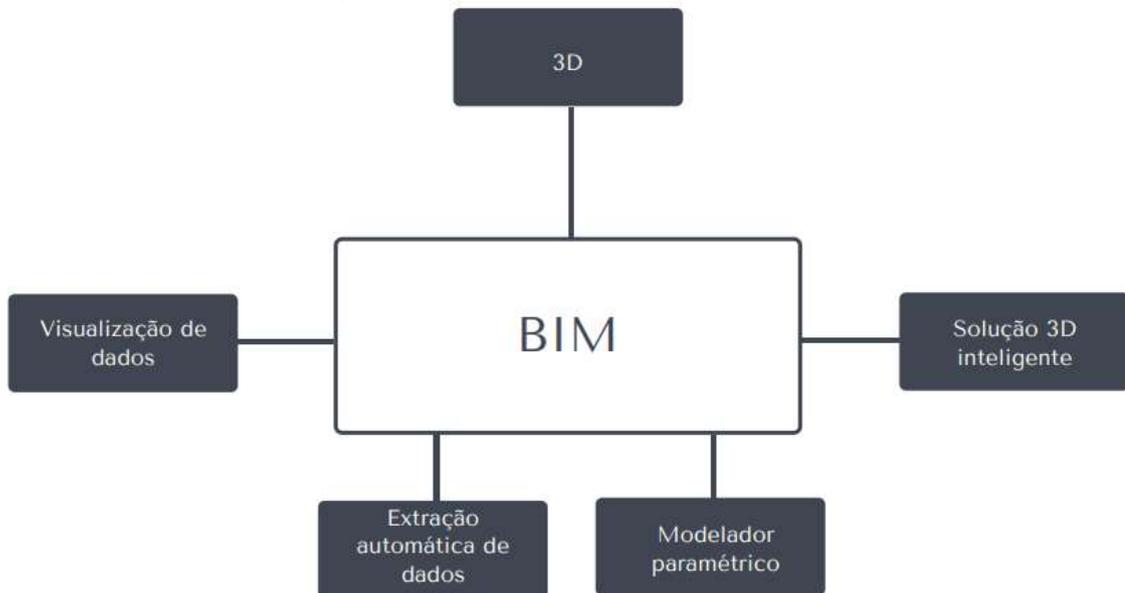
Figura 1 – Estágios para a adoção do BIM.



Fonte: Adaptado Succar (2008 apud DELATORRE, 2014).

Um ponto importante que deve ser analisado é a diferenciação do software BIM em relação a outras modelagens, principalmente 3D. Para que um software possa ser considerado BIM, segundo a CBIC (2016), ele deve ter as características mostradas na Figura 2.

Figura 2 - Características dos softwares BIM.



Fonte: Adaptado (CBIC, 2016).

Eastman *et al.* (2014, p. 15, grifo do autor), mostra que há soluções de modelagem que são utilizadas como BIM, no entanto não são:

Modelos que só contêm dados 3D, sem atributos de objetos. Estes modelos podem ser utilizados somente para visualizações gráficas e não possuem inteligência ao nível do objeto. Eles são bons para a visualização, mas não fornecerem suporte para integração de dados e análise de projeto.

Modelos sem suporte para comportamento. Estes modelos definem objetos, mas não podem ajustar seu posicionamento ou suas proporções, porque não utilizam inteligência paramétrica. Isso torna as modificações muito trabalhosas e não oferece proteção contra a criação de vistas do modelo inconsistentes ou imprecisas. **Modelos que são compostos de múltiplas referências a arquivos CAD 2D que devem ser combinados para definir a construção.** É impossível assegurar que o modelo 3D resultante será factível, consistente, contabilizável, e que mostrará inteligência com respeito aos objetos contidos nele. **Modelos que permitem modificações de dimensões em uma vista que não são automaticamente refletidas em outras vistas.** Isso permite erros no modelo que são muito difíceis de detectar (é similar a substituir uma fórmula por uma entrada manual em uma planilha eletrônica). (EASTMAN *et al.* 2014, p. 15, grifo do autor).

Um das principais diferenças do BIM em relação a outros softwares trata-se da modelagem paramétrica e a interoperabilidade. Para Coelho (2017, p. 79), “as entidades paramétricas facilitam o processo de alteração, pois carregam seus atributos e propriedades dentro de sua representação, que lhes permitem ser manipuladas e transformadas de acordo com essas características”. Portanto, a modelagem paramétrica permite a alteração em uma geometria já modelada e simultaneamente atualizações são feitas em todo o projeto.

Eastman *et al.* (2014, p. 65) afirmam que: “a *interoperabilidade* representa a necessidade de passar dados entre aplicações, permitindo que múltiplos tipos de especialistas e aplicações contribuam para o trabalho em questão”.

Tendo em vista a metodologia do BIM e a sua base tecnológica, o software trata-se de uma ferramenta que vai além de uma simples modelagem, atentando-se a todo o ciclo de vida de uma obra, levando rapidez, agilidade, transparência, possibilitando a compatibilização de projetos e o compartilhamento do mesmo com várias atividades simultaneamente. Dentro desse contexto Checcucci (2014), entende que o BIM inclui um ambiente de tecnologia complexo, projetado para oferecer suporte a todas as fases do ciclo de vida do edifício de maneira integrada e colaborativa.

4.2 BIM e a construção civil

A indústria de Engenharia Civil está em constante mudança, requerendo um desenvolvimento contínuo e significativo de métodos, ferramentas e processos. Isso se deve à constante competitividade entre as empresas da área. “Atualmente, os agentes da construção civil estão se articulando em busca de tecnologia, sustentabilidade e inovação” (COELHO, 2017, p. 32).

A utilização do BIM na construção civil pode contribuir para a economia de tempo e recursos, facilitar o planejamento da obra e solucionar os conflitos de compatibilização, erros

que poderão ser vistos a tempo de correção, possibilitando a extração de dados automaticamente, evitando o cansaço e esforço físico despendidos ao extraí-los manualmente (EASTMAN *et al.*, 2014).

Sobre o BIM e sua relação com o setor da indústria civil pode-se afirmar que:

BIM (*Building Information Modeling*) representa o estado da arte das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) aplicadas ao setor da Construção Civil e compreende um ambiente computacional complexo concebido para dar suporte, de forma integrada e colaborativa, a todas as fases do ciclo de vida da edificação. (CHECCUCCI, 2014, p. 12).

O BIM acompanha todo o ciclo de vida da construção, otimizando tempo, além de poder ser usado em fabricação de matérias-primas, e a pós obras como garantia dos equipamentos e relatórios da obra entregue. O BIM proporciona à construção civil um planejamento da obra, fazendo com que se tenha uma ideia mais próxima da realidade, minimizando as incertezas e evitando prejuízos. A construção civil é um propulsor do BIM à disseminação do mesmo no meio dos profissionais que engloba a indústria construtiva.

4.2.1 BIM e os projetos

O BIM reúne todas as fases de um projeto, indo do projeto arquitetônico onde proporciona cortes, fachadas, até projetos complementares. Essa ligação permite uma solução inteligente, fazendo com que esses projetos se conversem entre si, ou seja, o software possui informações e dados volumétricos da sua estrutura.

A ferramenta também possibilita a verificação prévia de erros nos projetos, além de visualizar interferências que impossibilitaram a execução da obra (EASTMAN *et al.*, 2011). Tal verificação reduz custos desnecessários, possibilitando assim uma redução no orçamento, tendo em vista que qualquer alteração realizada na fase inicial requer muito menos gastos do que uma alteração em fase de construção.

O BIM permite que a geometria seja compartilhada entre integrantes da equipe reduzindo assim a demora na realização dos projetos possibilitando uma realização simultânea por mais de uma equipe. No entanto, teve estar atento a interoperabilidade, e a compatibilidade dos softwares (EASTMAN *et al.*, 2011).

Os mesmos autores descrevem a possibilidade de atualização automática que se trata da modelagem paramétrica:

[...] As regras ainda podem ser definidas como requisitos que o projeto deve satisfazer, permitindo ao projetista fazer modificações, enquanto as regras verificam e atualizam detalhes para manter o elemento de projeto dentro das regras e avisar ao usuário se essas definições não são alcançadas. (EASTMAN *et al.*, 2011, p. 29).

Alves (2019, p. 67) discute em seu trabalho como funciona a modelagem nos softwares BIM:

A plataforma BIM também se utiliza de uma abordagem de modelação orientada por objetos. Este método consiste na programação de estruturas de dados, isto é, a definição de entidades, instancias ou objetos, numa organização semelhante à forma como os objetos reais interagem. Uma parede modelada interage com o meio tridimensional digital de um modo semelhante ao de uma parede real. Por outro lado, cada entidade ou objeto corresponde não só ao modo de representação, isto é, às propriedades que definem o objeto, como também a todos os mecanismos que o criam, manipulam, eliminam e atualizam corretamente, possibilitando assim o funcionamento e autonomia de cada objeto em particular. (ALVES, 2019, p. 67).

Além de reduzir tempo, custos, reduz trabalho manual e proporciona mais segurança no projeto elaborado, participando não só da fase dos projetos, mas de todo o ciclo de vida da obra.

4.2.1.1 Implantação de processos BIM nas empresas

A CBIC (2016), reafirma a importância do BIM para que as empresas se mantenham no mercado da construção civil, pois essa será a ferramenta do futuro. Além disso, descreve todo o planejamento para implementação do BIM nas empresas, ressaltando a importância de um planejamento, e um projeto bem estruturado e reforça que:

Por envolver diversas pessoas e equipes distintas, internas e externas a uma organização, inevitavelmente, para que os processos sejam realizados harmonicamente e sem interrupções, sempre será necessário definir limites de atuação, regras e responsabilidades, além de planejar, testar e especificar soluções que garantam a **interoperabilidade** entre diferentes tecnologias, que, muito provavelmente, serão escolhidas e utilizadas pelos diferentes participantes. (CBIC, 2016, v. 3, p. 17, grifo do autor).

Coelho (2017) descreve que o modelo de implantação escolhido pela organização vai depender de vários fatores, dentre eles: o porte da empresa, os serviços desenvolvidos pela mesma e os tipos de produtos entregues.

Mohamad e Leusin de Amorin (2015) listam algumas empresas como pioneiras na implantação BIM, dentre elas estão a CONTIER Arquitetura, Método, MATEC, JSHS, GAFISA, SIENGE, João Fortes Engenharia, SINCO e ODEBRECHT.

A Contier, visando crescer a sua produtividade, maximizando a tecnologia, tornou-se um dos primeiros escritórios a adotar o uso do BIM no ano de 2002, possibilitando um crescimento no gerenciamento de grandes projetos e coordenando todas as suas informações de forma integrada (AMORIM; SOUZA; LYRIO, 2009).

A Associação de Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário do Rio de Janeiro (ADEMI-RJ) (2016) relata em sua matéria uma entrevista cedida por Marcelo Pulcinelli, diretor da empresa MATEC:

Ele conta que um dos desafios na implantação foi qualificar os trabalhadores. "Ninguém tinha habilidade para modelar, então criamos e qualificamos um mininúcleo, formado inicialmente por uma estagiária e um gerente de projeto, para trabalhar em um novo empreendimento", relembra. "Tudo era feito internamente, e começamos, com treinamentos aplicados pelos fornecedores de softwares, a formar alguns jovens, todos com muito pouca experiência, basicamente estagiários e arquitetos recém-formados." O executivo explica que a escolha da Matec pelo social BIM se deu porque a empresa queria incluir inteligência no processo, o que não era possível apenas com a modelagem de projetos em 2D. (ADEMI-RJ, 2016).

ADEMI-RJ (2016) cita como outro exemplo de implantação do BIM a Sinco Engenharia e uma parte da entrevista cedida pelo diretor da empresa:

A Sinco Engenharia é outro exemplo de empresa consolidada dentro desse conceito. "Quando implementamos o BIM, a partir de 2010, nossa linha de frente foi formada por estagiários, que receberam cursos de modelagem. Os salários não subiram na época. A contrapartida foi uma qualificação maior e a possibilidade de participar de um novo time", conta Fernando Augusto Corrêa da Silva, diretor da empresa. (ADEMI-RJ, 2016).

Essas empresas nem sempre trabalham com todo o grupo necessário para todo o ciclo de vida da obra. Isso acaba dificultando a implantação do BIM, pois nem todos irão ter ferramentas compatíveis, havendo assim a falta de interoperabilidade entre os programas impossibilitando o trabalho simultâneo.

A CBIC (2016) listou um grupo de profissionais que formam a equipe necessária para construção de uma obra utilizando o BIM:

- Arquiteto / designer
- Engenheiro estrutural
- Engenheiro de instalações hidráulicas
- Engenheiro de instalações de conforto (ar condicionado, aquecimento, ventilação, etc.)
- Engenheiro eletricitista
- Engenheiro civil
- Consultores específicos

- Responsável por suprimentos e contratações
- Construtor
- Subempreiteiros
- Fabricantes e fornecedores

Tendo em vista que esse grupo tem que trabalhar em constante sincronia, a empresa tem que ter em mente qual vai ser o uso do BIM na organização, se vai ser implantada em toda a fase, pois cada empresa trabalha com uma área específica e é preciso que haja diálogo entre as mesmas.

A CBIC (2016) ressalta algumas dificuldades relacionadas à implantação do BIM nas empresas, entre elas estão:

- A resistência à mudança, tendo em vista que a indústria da construção civil é uma das áreas que mais oferecem resistência a mudanças, onde profissionais sempre tem medo do novo;
- A dificuldade de entendimento da ferramenta;
- As particularidades do ambiente de trabalho envolvendo as questões culturais.

A implantação do BIM nas empresas vai depender do seu porte por se tratar de um investimento alto, além de preparar os funcionários, com treinamentos tem que ter um suporte técnico, ferramentas compatíveis, entre outros. Logo, como discutido por CBIC (2016) essa alteração na empresa não é uma mudança fácil, requer esforço e inspiração. O mesmo afirma que a escolha do hardware e do software que serão utilizados é fundamental para o resultado final da implantação.

4.3 O BIM no ensino de graduação dos cursos de Engenharia Civil

O ensino do BIM nos cursos de graduação, não só no Brasil, tem uma trajetória conturbada devido a vários fatores como: a falta de infraestrutura dos cursos, a resistência à implementação de novas tecnologias, pouco espaço nas grades curriculares, dentre outros. Sabongi (2014) verificou que apenas 10% das graduações norte-americanas possuíam o BIM em seus programas de ensino, sendo assim há uma certa preocupação que isso causa, levando em consideração que a implantação de um modelo desse na universidade leva bastante tempo, e ao mesmo tempo profissionais estão sendo cobrados pelo conhecimento e uso do software.

Senate Properties, é uma empresa pública da Finlândia que disseminou a tecnologia BIM no país. Lá existe um programa chamado BuildingSMART Nordic onde desenvolve atividades educacionais com o intuito de expandir o BIM, como projetos de implantação

IFC/BIM. Apesar dessa implantação não há uma normativa para a dissolução no ensino, sendo aplicado de forma espontânea pelas universidades (MOHAMAD; LEUSIN DE AMORIN, 2015).

“A área acadêmica foi a primeira a demonstrar interesse sobre BIM. Em 1996, foram defendidas as primeiras dissertações no tema, na UFF” (MOHAMAD; LEUSIN DE AMORIN, 2015, p. 23). Os pesquisadores na área do BIM no Brasil, em sua maioria estão localizados nas regiões sul e sudeste, havendo assim, um grande desafio a ser enfrentado pelas demais regiões onde há uma carência de estudos sobre o mesmo (CHECCUCCI; PEREIRA; AMORIM, 2011).

O primeiro evento BIM realizado no Brasil relacionado à construção foi o Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) desenvolvido pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) em 2002, sendo considerado um dos maiores eventos relacionados à produção científica sobre o BIM (MOHAMAD; LEUSIN DE AMORIN, 2015).

A preparação dos profissionais da arquitetura, engenharia e construção (AEC) deve ser pensada de forma que possam assimilar e produzir tecnologias que contribuam para o desenvolvimento da sociedade. Delatorre (2014, p. 30) acredita que: “[...] é fundamental o apoio das universidades para que mudanças aconteçam no ensino e preparando acadêmicos para a vida profissional e para atuar no mercado atual”. Para o investimento desse software a universidade tem que se preparar financeiramente, além de orientar professores à adoção desse novo recurso e um estudo de como, quando e onde usar o mesmo.

O BIM é um software complexo e as universidades têm que se adaptarem para a implantação dessa ferramenta, se planejarem para inseri-lo nas graduações (CHECCUCCI; PEREIRA; AMORIM, 2011). Os mesmos autores relatam as dificuldades de implantação dessa ferramenta que as universidades enfrentam, como a infraestrutura, máquinas e a falta de docentes que dominam o assunto.

O quadro a seguir, adaptado de Martini (2020), artigo publicado na revista Técnico-Científica do CREA-PR, mostra algumas recomendações tecnológicas para implantação BIM. Como pode-se observar trata-se de um grande investimento financeiro, e se tratando só de gastos tecnológicos.

Quadro 1 – Síntese de recomendação para implantação BIM.

| TECNOLOGIA |
|--|
| Aquisição de Software para o desenvolvimento de projetos BIM 3D de obras localizadas (Estações de tratamento, captação de água e edificações); |
| Aquisição de Software para o desenvolvimento de projetos BIM 3D de obras lineares (redes de água e esgoto); |
| Elaboração de biblioteca de conteúdos e objetos BIM exclusivos ao setor de Saneamento; Aquisição de Software de programação 4D; |
| Aquisição de Aplicação de revisão de projetos; |
| Adoção de soluções para colaboração simultânea Aquisição ou desenvolvimento de um Ambiente virtual de revisão interativo; |
| Aquisição de Software de checagem de regras e códigos; |
| Programação de Regras, códigos locais e normas da empresa em softwares de checagem; |
| Aquisição de Software de análise de engenharia e sistemas; |
| Aquisição Sistema de gerenciamento de ativos; |
| Aquisição ou contratação de Laser escâner 3D para transição de nuvens de pontos; |
| Aquisição de Software de revisão para visualizar o modelo de registro e os componentes; |
| Aquisição de Sistema de gerenciamento de manutenção vinculado ao modelo de registro; |
| Criação de ambiente virtual de aprovação de projetos; |
| Plataforma de integração entre GIS e BIM; |
| Informatização dos processos de elaboração de croqui em campo e integração com o cadastro Técnico (BIM+GIS) através de recursos em nuvem; |
| Aquisição de Software para elaboração de orçamento integrado ao modelo BIM; |
| Informatização dos processos de fiscalização de obras e serviços, com repositório único de informações integrado ao modelo BIM através de recursos em nuvem; |

Fonte: Adaptado (MARTINI, 2020).

Para Eastman *et al.* (2014), o BIM no ensino crescerá conforme os profissionais da engenharia, arquitetura e construção vão se adequando a ferramenta. Afirmam que com o BIM estudantes entendem conceitos e são mais produtivos do que eram com a ferramenta CAD.

Pereira e Ribeiro (2014) afirmam a necessidade já discutida acima a respeito de um plano pedagógico para integrar o software com as disciplinas. Em uma das pesquisas dos autores, 73% dos docentes entrevistados afirmam não utilizar a ferramenta como modelagem de ensino, e 94% declaram a grande relevância do BIM no ensino.

Batistello, Balzan e Pereira (2019) descrevem a mesma dificuldade em relação aos docentes sobre a implantação do BIM no ensino, ou seja, a falta de domínio do BIM por parte dos professores.

Nesse contexto pode-se perceber que há muito receio na adoção dessa ferramenta no ensino, visto que a inclusão de um conteúdo ou disciplina em uma grade curricular requer bastante tempo e recurso financeiros. No entanto, muitas instituições vêm adotando o uso autônomo, em projetos de extensão, em pesquisas, entre outros.

Dentro desse contexto Grangeiro e Fontenelle (2019, p. 8) afirmam:

Percebe-se então que a implementação do ensino de BIM nas universidades brasileiras, como objeto de análise, deu-se primeiramente por uma disciplina isolada e, a partir dessa experiência, foram moldadas outras metodologias de ensino, assim como aconteceu em universidades internacionais, porém com mais fases abordadas e conseqüentemente um maior aprendizado por parte dos alunos. (GRANGEIRO; FONTENELLE, 2019, p. 8).

Segundo Mohamad e Leusin de Amorim (2015), pesquisas feitas relatam a falta de mão de obra qualificada do BIM, afirmando ainda que o mercado deve estar alinhado as instituições de ensino para a melhor difusão da ferramenta, sendo um dever conjunta de universidades, faculdades, comunidades de empresa e organizações Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO).

4.3.1 Projeto Pedagógico de Curso (PPC)

O Projeto Pedagógico de Curso (PPC) trata-se de um planejamento de vários pontos relacionado ao curso, ou seja, traçar um ponto aonde se pretende chegar e o que é necessário para isso, tendo em vista o conhecimento da realidade, pois isso fará com que o planejamento seja desenvolvido com mais clareza. O mesmo autor trata o PPC como o dirigente do curso que antecipa possíveis acontecimentos que serão transformados em realidade (FREITAS, 2017).

A Resolução Consepe nº 1892/2019, da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), prevê a elaboração do PPC ao criar um curso de graduação. Conforme determina o parágrafo único do art. 3 dessa mesma resolução, no PPC deve constar, dentre vários itens:

- Perfil do graduado, ou seja, quais habilidades o graduado tem que ter ao concluir o curso;
- Competências mais generalistas que o graduado deverá ter;
- Campo de atuação que esse profissional tem como escolha de atuação;
- Organização curricular, contendo as prioridades acadêmicas, a divisão das atividades, a flexibilidade curricular;
- Metodologia, ou seja, o passo a passo a ser desenvolvido para que o estudante adquira o perfil graduado;
- Estrutura curricular, contendo as disciplinas e cargas horárias das mesmas;

- Condição para funcionamento do curso, contendo os docentes e seus respectivos títulos, além da previsão de quantitativo de professores, relação de técnico e infraestrutura da organização;
- O ementário e referências de cada componente curricular, apresentando todos os assuntos que aquela disciplina poderá englobar.

5 METODOLOGIA

Este trabalho é uma pesquisa qualitativa de cunho exploratório. De acordo com Flick (2009), a pesquisa qualitativa se baseia na escolha criteriosa dos métodos, na atuação em relação ao objeto pesquisado por várias perspectivas e, também, na reflexão dos pesquisadores. Segundo Gil (2008, p. 27): “as pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores”.

Para o desenvolvimento do trabalho foi feito um levantamento das IES públicas do estado do Maranhão que possuem o curso de Engenharia Civil, através de consulta ao site do Ministério da Educação (MEC).

Em seguida, foi realizada uma análise dos PPC com relação à presença da tecnologia BIM nos mesmos, com foco em três linhas de observação: presença do BIM nas ementas das disciplinas e nas bibliografias, proposta de estímulo à implementação de novas tecnologias pelo curso e infraestrutura dos laboratórios de informática quanto aos requisitos para o uso da tecnologia BIM.

Posteriormente, foi aplicado um questionário *online* com os discentes do curso do BICT e Engenharia Civil da UFMA *campus* de Balsas, dos períodos vigentes (2º, 4º, 6º, 8º e 10º). Devido a pandemia da COVID-19, o questionário foi elaborado pela plataforma *online* “Formulários Google”.

Foi encaminhando um *link* para acesso ao questionário nos grupos de WhatsApp das turmas dos cursos e nas páginas universitárias do Instagram, no final de agosto sendo finalizado início de setembro. O questionário foi composto por 13 perguntas, sendo 12 de múltipla escolha e uma objetiva.

Após o encerramento do questionário, os resultados obtidos foram apresentados na forma de tabelas e gráficos gerados pela própria plataforma “Formulários Google”. A partir desses gráficos foi possível analisar e discutir cada resposta obtida.

O curso de Engenharia Civil conta hoje com 24 alunos ativos, dados coletados do site da universidade. Levando em consideração que o curso possui dois ciclos, o questionário também foi disponibilizado aos alunos do BICT que pretendem cursar Engenharia Civil no segundo ciclo do curso. O curso BICT está com 224 alunos ativos (dado disponível no site da UFMA), mas foi levado em consideração que parte desse número vão cursar Engenharia Elétrica ou Ambiental que também são ofertadas no *campus*.

6 RESULTADOS

Nesta seção serão abordados os resultados e discussões atingidos no intuito de alcançar os objetivos deste trabalho.

6.1 Levantamento das Instituições Públicas que possuem o curso de Engenharia Civil no Maranhão juntamente com seus Projetos Pedagógicos

Através do levantamento das IES que dispõem do curso de graduação em Engenharia Civil no estado do Maranhão, foram identificadas as seguintes instituições:

- Universidade Federal do Maranhão - (UFMA) – *campus* São Luís.
- Universidade Federal do Maranhão - (UFMA) – *campus* Balsas.
- Universidade Estadual do Maranhão - (UEMA) – *campus* - São Luís.
- Universidade Estadual do Maranhão - (UEMA) – *campus* Bacabal.
- Universidade Estadual da Região Tocantina Do Maranhão - (UEMASUL) – *campus* Açailândia.
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - (IFMA) – *campus* São Luís.

Durante o processo de coleta dos PPC dos respectivos cursos no site de cada instituição, não foi possível obter os PPC da UEMA – *campus* São Luís e da UEMA – *campus* Bacabal, tendo em vista a indisponibilidade desses documentos nos sites. Dessa forma, os PPC dessas instituições não puderam ser analisados nesse trabalho.

6.2 Análise dos PPC

Para o melhor entendimento dos resultados da análise dos PPC, faz-se necessário um entendimento prévio relativo à organização curricular dos cursos analisados, segundo seus PPC, que será apresentado de maneira sintética no item a seguir.

6.2.1 Organização curricular dos cursos

Os cursos de Engenharia Civil da UFMA do *campus* de Balsas e do *campus* de São Luís são divididos em ciclos. Inicialmente tem-se o ciclo básico, que é o curso Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BICT), comum a todas as engenharias.

O *campus* de São Luís oferece o curso com duração de 10 semestres, ou seja, 5 anos, podendo se estender até 7,5 anos, com carga horária total de 3.910 horas. Primeiramente o aluno entra no curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BICT), que é o primeiro ciclo, com duração de 3 anos.

O BICT é dividido em disciplinas do núcleo básico, a serem cursadas no período mínimo de 4 semestres totalizando 30 disciplinas com 1.560 horas, com cerca de 30% da carga horária do curso e o núcleo de conteúdos profissionalizantes, com cerca de 15% da carga horária mínima do curso, com 12 disciplinas com carga horária total de 720 horas a serem concluídas em período mínimo de 2 semestres. Após cursar as disciplinas do núcleo básico e do núcleo profissionalizante, juntamente com o TCC I e II e as horas complementares, o aluno gradua no BICT.

Após a conclusão do curso do BICT, tem-se um processo interno para dar entrada no curso de Engenharia Civil aproveitando as disciplinas cursadas no BICT e dando continuidade nos componentes curriculares de formação profissional específica que possuem 20 disciplinas com carga horária total de 1.200 horas. Nesse segundo ciclo o aluno terá a carga horária necessária que é composta pelas disciplinas curriculares obrigatórias e optativas, entrega das atividades complementares, defesa da Monografia de Conclusão de Curso e o estágio obrigatório.

O Quadro 2 apresenta as principais características do curso nesse *campus*.

Quadro 2 – Características do curso de Engenharia Civil/ UFMA São Luís.

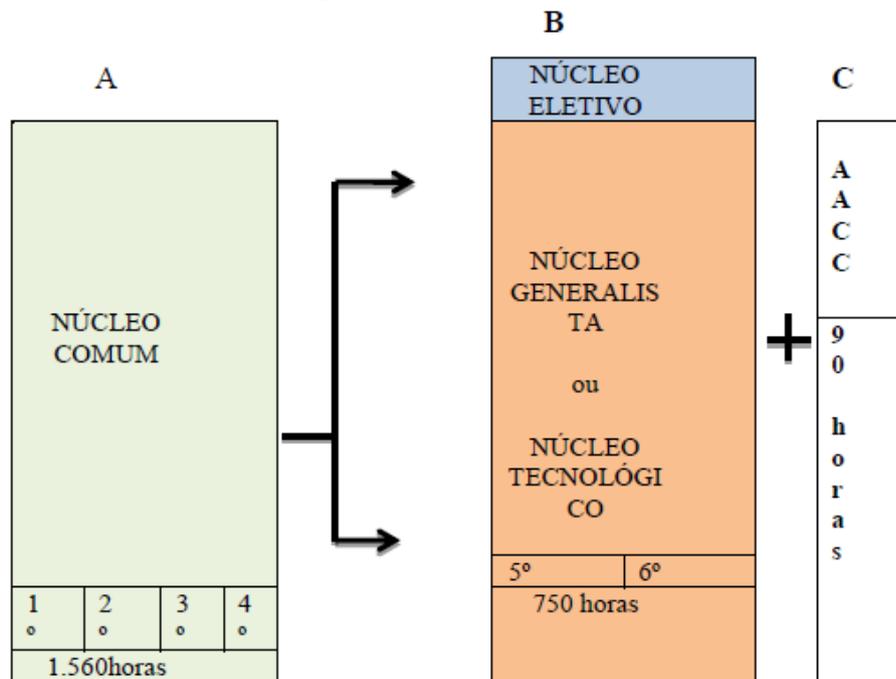
| | |
|-----------------------------------|---|
| Curso | Graduação em Engenharia Civil |
| Modalidade oferecida | Bacharelado Presencial |
| Título Acadêmico Oferecido | Engenheiro Civil |
| Modalidade de Ensino | Presencial |
| Regime de Matrícula | Semestral/por créditos |
| Tempo de duração | Mínimo: 5 anos 10 semestres Máximo: 7,5 anos 15 semestres |
| Carga Horária Mínima | 3.910 h |
| Número de vagas oferecidas | 40 |
| Número de turmas | 01 |
| Turno de fornecimento | Integral |
| Local de Funcionamento | Cidade Universitária (Campus Bacanga) |
| Forma de Ingresso | Concluintes do Curso Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da UFMA que optarem pelo curso de Engenharia Civil. |

Fonte: Adaptado PPC UFMA/São Luís (2014).

Com poucas distinções do curso ofertado pela UFMA São Luís, o *campus* de Balsas da mesma instituição também apresenta o curso em 2 ciclos. No primeiro ciclo, oferta-se o BICT, cujo núcleo básico abrange 28 disciplinas, com 1.530 horas, e o desenvolvimento do Trabalho de Contextualização e Integração Curricular I, com 30 horas. O BICT tem duração de 4 semestres no turno matutino e 6 semestres para o noturno, com 1560 horas de disciplinas obrigatórias, mais 2 (dois) semestres de disciplinas optativas com 750 horas, que é quando o aluno entra no núcleo tecnológico da Engenharia Civil, e começa a partir de então a ter disciplinas específicas da área.

A figura a seguir mostra um esquema da organização por núcleos do BICT.

Figura 3 — Esquema do curso de BICT/ UFMA Balsas.



Fonte: PPC UFMA/Balsas (2017).

Após o aluno cumprir o núcleo comum (A) e o núcleo eletivo (B), juntamente com o aproveitamento das Atividades Complementares de 90 horas (C), o mesmo será graduado em Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia. Após graduado em BICT o aluno passará a ingressar o curso de Engenharia Civil através de um seletivo interno, onde será aproveitado todas as disciplinas do BICT. Nesse ponto tem início o segundo ciclo, que é o núcleo profissionalizante, com duração de 4 (quatro) semestres no turno noturno e vespertino e carga horária total de 3.870 horas.

O Quadro 3 mostra um resumo das características do curso de Engenharia Civil/UFMA Balsas.

Quadro 3 – Características do curso de Engenharia Civil/ UFMA Balsas.

| | |
|-----------------------------------|---|
| Curso | Graduação em Engenharia Civil |
| Modalidade oferecida | Bacharelado |
| Título Acadêmico Oferecido | Engenheiro Civil |
| Modalidade de Ensino | Presencial |
| Regime de Matrícula | Semestral/por créditos |
| Tempo de duração | Mínimo: 5 anos/10 semestres Máximo: 7,5 anos/15 semestres |
| Carga Horária Mínima | 3.870 h |
| Número de vagas oferecidas | 30 |
| Número de turmas | 01 |
| Turno de fornecimento | Integral (vespertino e noturno) |
| Local de Funcionamento | UFMA Campus de Balsas |
| Forma de Ingresso | Concluintes do Curso Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da UFMA que optarem pelo curso de Engenharia Civil. |

Fonte: Adaptado PPC UFMA/Balsas (2017).

A carga horária do curso é composta pelas disciplinas curriculares obrigatórias e optativas, entrega das atividades complementares, defesa da Monografia de Conclusão de Curso e o estágio obrigatório.

Já o curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual Da Região Tocantina do Maranhão - (UEMASUL) Açailândia é a primeira Universidade Regional do Maranhão e a única IES pública a ofertar esse curso nessa região. O curso tem um prazo de integração de no mínimo dez semestres e no máximo dezoito, com cumprimento presencial de 226 créditos teóricos, 38 práticos-teóricos e 16 estágio curricular.

Segundo o PPC/UEMASUL (2020), o curso possui um único ciclo, que é subdividido em núcleos, cujas características são mostradas a seguir:

- **Núcleo de Conteúdos Básicos (NCB)**, trata-se do núcleo que possui disciplinas básicas necessárias para o curso e deve abranger cerca de 30% da carga horária mínima do curso.
- **Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes (NCP)**, são disciplinas que permitirão o aprofundamento dos conhecimentos obtidos no núcleo anterior, direcionando a área da profissão almejada. Nesse núcleo, a carga horaria deve corresponder em cerca de 15% da carga mínima do curso.
- **Núcleo de Conteúdos Específicos (NCE)**, trata-se de disciplinas específicas do curso, onde permitirão aprofundar os conhecimentos obtidos nas disciplinas do NCB e do NCP. A carga horária desse núcleo é o restante do curso tirando os dois núcleos acima.

- **Núcleo de Conteúdos Eletivos Restritos (NCER)**, está dentro do NCE, corresponde 180 horas do mesmo, são disciplinas curriculares eletivas presenciais e de escolha do discente.

- **Núcleo de Conteúdos de Consolidação da Formação (NCCF)**, núcleo que envolve o Estágio Curricular I e II, Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso e a disciplina de Trabalho de Conclusão de curso.

A carga horária do curso está distribuída conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Características do curso de Engenharia Civil/ UEMASUL Açailândia.

| IDENTIFICAÇÃO DO CURSO – UEMASUL | |
|---|---|
| Denominação do curso | Engenharia Civil Bacharelado |
| Área | Engenharias |
| Sub-área | Engenharias I |
| Período de integração | Médio - 10 (dez) Semestres Máximo - 18 (dezoito) Semestres |
| Regime letivo | Semestral |
| Turno de oferta | Diurno |
| Vagas autorizadas | 40 (quarenta) vagas por ano |
| Carga horária do curso | 4390 h |
| Disciplinas do Núcleo Básico | 20 Disciplinas (1440 horas) |
| Disciplinas do Núcleo Profissionalizante | 18 Disciplinas (1260 horas) |
| Disciplinas do Núcleo Específico | 16 Disciplinas (1020 horas) |
| Disciplinas eletivas | 3 Disciplinas (180 horas) |
| Estágio curricular supervisionado | 240 h |
| Atividades complementares (AC) | 190 h |
| Título acadêmico | Bacharel em Engenharia Civil |

Fonte: Adaptado PPC/UEMASUL Açailândia (2020).

Para obter o título de Engenheiro Civil, o discente deverá ser aprovado em todas as disciplinas da matriz curricular conforme distribuída no quadro acima, Estágio Curricular e no TCC, além de comprovar as AC e cumprir os requisitos referentes ao ENADE.

Por último, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - (IFMA) São Luís, oferece 40 vagas anuais divididas entre o primeiro e segundo semestre. O curso é em horário integral, nos turnos vespertino e noturno. A graduação total tem 327 de créditos, a apresentação e defesa da monografia, prazo mínimo de conclusão de 10 períodos letivos, ou seja, 5 anos. O regime do curso é semestral com disciplinas que se interligam por conteúdos, havendo assim o sistema de pré-requisitos. As disciplinas serão organizadas em um único ciclo e três núcleos de conteúdo.

As disciplinas do Núcleo Básico estão distribuídas na sua maioria entre os primeiros 4 períodos, sendo matérias necessárias ao desenvolvimento da construção civil que proporcionarão melhor compreensão e domínio da engenharia civil.

As disciplinas do Núcleo Profissionalizante cursadas do 5º ao 10º período, disciplinas essas que darão suporte ao Núcleo Específico.

As disciplinas do Núcleo Específico cursadas do 5º ao 10º período, são disciplinas específicas da engenharia civil, distribuídas entre as áreas de transporte, estruturas e tecnologias.

O aluno deve ainda cursar 2 disciplinas eletivas, que são ofertadas no 7º e 8º período, dentro do núcleo específico. O Trabalho Monográfico de Conclusão de Curso é realizado em duas etapas, a elaboração do projeto de pesquisa e pelo desenvolvimento da pesquisa/apresentação de trabalho monográfico.

O curso apresenta uma carga horária total do curso de 4.905 horas. A carga horária do curso está distribuída conforme o Quadro 5.

Quadro 5 – Carga horária do curso de Engenharia Civil/ IFMA São Luís.

| Núcleos | Créditos | CH (h/a) | CH (h/h) |
|-------------------------------|----------|----------|----------|
| Conteúdos básicos | 85 | 1275 | 1012,5 |
| Conteúdos Profissionalizantes | 69 | 1035 | 862,5 |
| Conteúdos Específicos | 135 | 2025 | 1687,5 |
| Estágio Curricular | 24 | 360 | 300 |
| Atividades Complementares | 14 | 210 | 175 |

Fonte: Adaptado PPC/IFMA/São Luís (2012).

6.2.2 Análise dos PPC quanto à presença do BIM nas ementas e bibliografias

No PPC da UFMA *campus* de São Luís, verifica-se na ementa da disciplina de Desenho para Engenharias o uso de softwares, desenhos arquitetônicos, mas não há conteúdo específico relacionado ao uso da metodologia BIM e nem bibliografia sobre BIM, como pode ser verificado no Quadro 6.

Quadro 6 – Componente curricular/ UFMA São Luís.

| COMPONENTE CURRICULAR | | |
|--------------------------------------|---|------------------------------------|
| Disciplina | Ementa | Bibliografia |
| Desenho para engenharias – CH 60 hrs | Fundamentos de projeto arquitetônico; Ferramentas | Básica: ABNT -Associação |

Continuação Quadro 6 – Componente curricular/ UFMA São Luís.

| | | |
|--|--|--|
| | <p>de computação gráfica e de projeto assistido por computador aplicado a projetos de engenharia; Processos de desenho de projeto arquitetônico (estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, executivo e detalhamento); Formas de representação de projeto: planta baixa, cortes, fachadas, detalhes e tabelas; Projeções cilíndricas e ortogonais; Situação, implantação (locação) e planta de cobertura (coberta); Normas e convenções de expressão e representação de projeto através do desenho técnico, formatos e carimbo (normas da ABNT); Materiais e técnicas de expressão e representação de projetos de arquitetura e urbanismo (elementos de expressão e representação gráfica: linhas, traços, texturas, escalas, cotas); Simulação tridimensional, cálculo, tabelas e documentação.</p> | <p>Brasileira de Normas Técnicas. (Diversas Normas na Área de Desenho). CARVALHO, Benjamin A. de. Desenho Geométrico. 26ª ed. Rio de Janeiro: Editora. Ao Livro Técnico, 2001.</p> <p>MONTENEGRO, Gildo. Desenho Arquitetônico; 4ª ed. Editora Blücher, 2001.</p> <p>PRÍNCIPE JR, Alfredo dos Reis. Noções de geometria descritiva. São Paulo: Nobel, 1990.</p> <p>Complementar:</p> <p>BACHMANN, Albert.; FORBEG, Richard. Desenho Técnico. 3ª Ed. Porto Alegre: Ed. Globo, 1972. 337p.</p> <p>BRAGA, Theodoro. Desenho Linear Geométrico. 14ªEd. São Paulo: Ed. Cone -CBL, 1997. 229p.</p> <p>FERREIRA, Patrícia. Desenho de arquitetura. Rio de Janeiro: ao livro técnico, 2001.</p> <p>MONTENEGRO, Gildo. A Perspectiva dos Profissionais. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico. 1981.</p> <p>FRENCH, Thomas E. Desenho Técnico. Porto Alegre: Ed. Globo, 2005. 664p</p> |
|--|--|--|

Fonte: Adaptado PPC/UFMA/São Luís (2014).

O mesmo PPC cita a disciplina Desenho Computacional ofertada no primeiro ciclo, mas nada é comentado no PPC de Engenharia Civil, visto que o primeiro ciclo é relativo a outro curso.

Na UFMA *campus* Balsas não há disciplinas que abordam o BIM em seus conteúdos. Observou-se que algumas disciplinas apresentam o uso de softwares, mais notadamente as disciplinas da área de Desenho, porém sem conexão com a tecnologia BIM.

Ainda no primeiro ciclo é ofertada a disciplina Desenho Computacional (60hs), que prevê na sua ementa o item “Desenho assistido por computador (CAD)”. Já no quinto semestre do mesmo ciclo, onde se inicia a oferta de disciplinas específicas, é ofertada a disciplina Desenho para Engenharias (60hs), cujo objetivo segundo o PPC UFMA Balsas (2017) é: “desenvolver a capacidade de interpretar e executar projetos de engenharia com ênfase em projeto arquitetônico”.

Grangeiro e Fontenelle (2019) verificaram em seu estudo sobre o BIM na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), que é comum a falta de prática dos discentes com o uso de softwares. Além disso, como há com frequência a presença do ensino com uso do CAD nos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura, foi possível introduzir a modelagem BIM nessas disciplinas, pois já havia ocorrido uma tentativa de falha de substituição completa do CAD pelo BIM.

No quadro a seguir é apresentada as disciplinas, suas ementas e bibliografias que citam algum uso de software no PPC da UFMA *campus* Balsas.

Quadro 7 – Componente curricular/ UFMA Balsas.

| COMPONENTE CURRICULAR | | |
|---|--|---|
| Disciplina | Ementa | Bibliografia |
| Desenho computacional – CH 60 horas | Introdução ao desenho técnico. Normatização em desenho técnico. Projeções e vistas ortográficas. Desenhos em perspectiva. Cortes e secções. Escalas e dimensionamento. Desenho Assistido por computador (CAD). Fundamentos de projeto arquitetônico; | Básica: FIALHO, A. B., “Solidworks Office Premium 2008: Teoria e prática no desenvolvimento de produtos industriais: plataforma para projetos CAD/CAE/CAM ”, 1ª Ed., São Paulo: Érica, 2008. MICELI, M. T., “ Desenho Técnico Básico ”, Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 2008. Complementar: SILVA, A., DIAS, J., “ Desenho Técnico Moderno ”, 4ª Ed., Rio de Janeiro: LTC, 2006. HESKETT, J., “ Desenho Industrial: 180 ilustrações ”, 3ª Ed., Rio de Janeiro: José Olympio, 2006. |
| Desenho para engenharias – CH 60 horas | Ferramentas de computação gráfica e de projeto assistido por computador aplicado a projetos de engenharia; Processos de desenho de projeto arquitetônico (estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal. executivo e detalhamento); Formas de representação de projeto: planta baixa, cortes, fachadas, detalhes e tabelas; Projeções cilíndricas e ortogonais; Situação, implantação (locação) e planta de cobertura (coberta); | BÁSICA: FERREIRA, Patrícia. Desenho de arquitetura . Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 2001. FRENCH, Thomas E. Desenho Técnico . Porto Alegre: Ed. Globo, 2005. 664p MONTENEGRO, Gildo. Desenho Arquitetônico . 4ed. Blücher, 2001. |

Continuação Quadro 7 – Componente curricular/ UFMA Balsas.

| | | |
|--|---|---|
| | <p>Normas e convenções de expressão e representação de projeto através do desenho técnico, formatos e carimbo (normas da ABNT); Materiais e técnicas de expressão e representação de projetos de arquitetura e urbanismo (elementos de expressão e representação gráfica: linhas, traços, texturas, escalas, cotas); Simulação tridimensional, cálculo, tabelas e documentação.</p> | <p>COMPLEMENTAR: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6492: Representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro, 1994. _____. NBR 13531: Elaboração de Edificações: Atividades Técnicas. Rio de Janeiro, 1995. _____. NBR 13532: Elaboração de Edificações: Arquitetura. Rio de Janeiro, 1995. CARVALHO, Benjamin A. de. Desenho Geométrico. 26 ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 2001. MICELI, Maria Teresa; FERREIRA, Patrícia. Desenho técnico básico. 4. ed. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio, 2010. 143 p. ISBN: 9788599868393. MONTENEGRO, Gildo. A Perspectiva dos Profissionais. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1981.</p> |
|--|---|---|

Fonte: Adaptado PPC/UFMA Balsas (2017).

Barzellay, Knopp e Gomes (2021), citam a disciplina Desenho Computacional, como sendo umas das disciplinas em que é possível tratar o BIM de forma clara e bem no início da graduação. Como o BIM é muito amplo, o mais fácil seria tratá-lo no início do ensino apenas como um modelador, e a disciplina Desenho Computacional permitiria uma apresentação do software com utilização dos comandos básicos.

De acordo com Menezes e Pontes (2012), o BIM conduz o processo de modelagem de uma abordagem geométrica para a modelagem de elementos construtivos, abrindo caminho para uma mudança no aprendizado do desenho arquitetônico, cuja ensino, através de práticas manuais e do uso de ferramentas como compasso, esquadro, etc., é considerado anacrônico, possibilitando também novas formas de ensino sobre construção.

Analisando o PPC do IFMA de São Luís, verificou-se que nenhuma disciplina aborda diretamente o BIM em suas ementas. O curso oferta disciplinas que apresentam nas ementas o uso de softwares, principalmente as disciplinas relacionadas ao Desenho, como pode ser visto

em Desenho Assistido por Computador (45hs) ofertada no sexto semestre, cuja ementa já identifica o software utilizado, no caso o AutoCad.

Já na disciplina Estrutura Metálicas (60hs), um dos itens da ementa é “Projeto e aplicação de software”, mas não há detalhes quantos aos softwares utilizados. O mesmo acontece na disciplina Engenharia de Avaliações Imobiliárias (45hs) onde a ementa prevê o uso de software sem maiores informações. De acordo com Silva e Fernandes (2018), a modelagem digital em si, como ferramenta de integração na matriz curricular, não pode ser entendida como uma forma de disseminação do BIM, sendo útil para a disseminação do BIM quando estiver associada com vários conceitos teóricos e práticos da graduação.

No mesmo PPC, a disciplina Arquitetura (45hs) cita na ementa desenho arquitetônico, plantas, cortes e fachadas, como mostrado no Quadro 8. A disciplina Expressão Gráfica (60hs) não cita uso de software na ementa e nem na biografia.

Quadro 8 – Componente curricular/ IFMA São Luís.

| COMPONENTE CURRICULAR | | |
|--|--|---|
| Disciplina | Ementa | Bibliografia |
| Desenho Assistido por Computador – CH 45 horas | Histórico do AutoCAD. Comandos gerais. Comando de criação de objetos. Comando de Modificações de objetos. Layers. Desenvolvimento de um projeto arquitetônico. Textos. Dimensionamento. Biblioteca de símbolos – blocos. Plotagem. | BALDAM, Roquemar; COSTA, Lourenço; OLIVEIRA, Adriano. AutoCAD 2011 - Utilizando totalmente – 2010 . São Paulo: Editora Érica, 2010. LIMA, Cláudia Campos. Estudo dirigido de AutoCAD 2011 – 2010 . São Paulo: Editora Érica, 2010. OMURA, George. Dominando AutoCAD 2010 e AutoCAD Lt 2010 – 2011 . São Paulo: Editora Ciência Moderna, 2011. JUNIOR, Almir Wirth Lima. AutoCAD 2011 - Para iniciantes e intermediário – 2011 . São Paulo: Editora Alta Books. 2011. OLIVEIRA, Adriano de. AutoCAD 2010 - Modelagem 3d e renderização . São Paulo: Editora Érica, 2010. CHING, Francis D. K.. Representação gráfica em arquitetura . São Paulo: Bookman, 1995. 3ed. FREENCH, T. e VIERCK, C. J.. Desenho técnico e tecnologia gráfica . São Paulo: Globo, 1999. 6ª edição. |

Continuação Quadro 8 – Componente curricular/ IFMA São Luís.

| | | |
|---------------------------------|---|---|
| Arquitetura – CH 45 horas | Simbologia do desenho arquitetônico. Desenho arquitetônico: plantas, cortes e fachadas. Levantamento métrico. Leitura e interpretação do projeto arquitetônico. Etapas do projeto arquitetônico. Plantas de implantação, localização e cobertura Escada e rampa. Reforma e ampliação. Acessibilidade. | MONTENEGRO. Gildo. Desenho arquitetônico . São Paulo: Edgard Blücher, 2001. NEUFERT, Ernest. Arte de projetar em arquitetura . São Paulo: Gustavo Gilli do Brasil, 1986. SÃO LUIS. SEMTHURB Secretaria Municipal de Terras e Urbanismo – Legislação urbanística básica de São Luis – São Luis: Imprensa Universitária, 1998. |
| Expressão Gráfica – CH 60 horas | Instrumentação, normas e convenções (legenda, escalas, colagem, caligrafia). Entes geométricos. Construções geométricas. Projeção ortogonal (vistas/cortes – leitura/interpretação). Noções de perspectivas (paralela cavaleira, paralela isométrica, cônica com 1 e 2 pontos). | CHING, Francis D. K.. Representação gráfica em arquitetura . São Paulo: Bookman, 1995. 3ed. FREENCH, T. e VIERCK, C. J.. Desenho técnico e tecnologia gráfica . São Paulo: Globo, 1999. 6ª edição. GOMBLICH, Ernst H.. A história da arte . Rio de Janeiro: LTC, 1999. ROCHA, A. J. F. e SIMÕES, R. G.. Desenho Técnico . São Paulo: Plêiade, 2006. Vol2, 2ª edição. SHIFFMAN, Harvey Richard. Sensação e percepção . Rio de Janeiro: LTC, 2005. |

Fonte: Adaptado PPC/IFMA São Luís (2012).

Barison (2015) identificou que a disciplina Representação Gráfica Digital, a mesma identificada no quadro acima, é uma das poucas disciplinas que atualmente abordam o BIM no curso de Arquitetura das universidades analisadas em seu estudo. A autora afirma que no curso de Engenharia Civil seria importante adotar o estudo do BIM nessa disciplina, para que o aluno se familiarizasse logo no início do curso com a ferramenta.

No PPC em estudo observou-se que algumas bibliografias básicas citam o uso de alguma ferramenta de modelagem computacional, no entanto, como observado no quadro anterior, nada se tem a respeito do BIM.

No PPC da UEMASUL Açailândia verifica-se a presença do BIM na ementa da disciplina Desenho por Computador, no item denominado Introdução à Metodologia BIM. Além disso, há nas bibliografias Básica e Complementar livros que tratam da metodologia BIM, como mostra o Quadro 9.

Quadro 9 – Componente curricular/ UEMASUL Açailândia.

| COMPONENTE CURRICULAR | | |
|---|---|---|
| Disciplina | Ementa | Bibliografia |
| Desenho por Computador – CH 60 horas | Introdução. Normas Técnicas Brasileiras do Desenho Técnico. Introdução ao Desenho Assistido por Computador. Configuração da Área de Trabalho. Comandos de Desenho. Comandos de Edição. Configuração de Cotas. Configuração de Textos. Comando de Impressão. Aplicação em Desenhos de interesse da Engenharia Civil. Aplicação em Projetos Industriais. Estudo da representação de projeto gráfico para construção civil, abordando a interpretação e confecção de plantas, elevações, desenho de fundações, estrutura, instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias com auxílio de computador. Aplicação da NBR 9050 em projetos por computador. Desenvolvimento de Projeto Final de Arquitetura. Introdução aos softwares 3D. Introdução à metodologia BIM. | <p>Básica CARDOSO, M. C. Autodesk Autocad Civil 3D 2016 - Recursos e Aplicações para Projetos de Infraestrutura. São Paulo: Érica, 2016. RIBEIRO, A. C.; PERES, M. P.; IZIDORO, N. Desenho Técnico e AutoCAD. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.</p> <p>Computadorizado: Técnicas Para Projetos Arquitetônicos - Série Eixos. São Paulo: Érica, 2016. RIBEIRO, A. C.; PERES, M. P. Curso de desenho técnico e AutoCAD. São Paulo: Pearson, 2014. LEUSIN, S. R. Gerenciamento e Coordenação de projetos em BIM: um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2020.</p> <p>Complementar KENSEK, K. M. Building Information Modeling – BIM: fundamentos e aplicações. Tradução Edson Furmankiewicz, Docware Assessoria Editorial. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. NETTO, C. C. Autodesk Revit: Architecture 2020 – conceitos e aplicações. São Paulo: Érika, 2020. NETTO, C. C. Estudo dirigido de AutoCAD 2019. São Paulo: Érika, 2019 TULER, M.; WHA, C. K. Exercícios para AutoCAD: roteiros de atividades. Porto Alegre: Bookman, 2013. CUSTÓDIO, K. Desenho industrial. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2016.</p> |

Continuação Quadro 9 – Componente curricular/ UEMASUL Açailândia.

| | | |
|--------------------------------------|---|--|
| <p>Desenho Técnico – CH 90 horas</p> | <p>Instrumentos e materiais para desenho. Uso de escala. Tipos de linha. Normas Técnicas Brasileiras do Desenho Técnico. Construções Geométricas e suas Aplicações na Engenharia. Projeções Ortográficas. Esboço Ortográfico. Desenho de projetos: Plantas de situação, Planta Baixa, Planta de Telhados e Cortes longitudinais e transversais. Plantas baixas e fachadas. Representação em perspectiva. Projeto ortogonal. Cotas e cortes. Esquadrias. Escadas, elevações. Layout de projetos simples. Conceitos Arquitetônicos. Métodos de elaboração de projetos. Aplicação em projetos para pessoas com deficiência. Simbologia de Projetos Arquitetônicos. Anteprojetos. Fundamentos de projeto arquitetônico; Ferramentas de computação gráfica e de projeto assistido por computador aplicado a projetos de engenharia; Processos de desenho de projeto arquitetônico (estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, executivo e detalhamento); Formas de representação de projeto: planta baixa, cortes, fachadas, detalhes e tabelas; Projeções cilíndricas e ortogonais; Situação, implantação (locação) e planta de cobertura (coberta); Normas e convenções de expressão e</p> | <p>Básica BORGERSO, J. L. Manual de desenho técnico para engenheiro: desenho, modelagem e visualização. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017. CRUZ, M. D. Desenho Técnico. Rio de Janeiro: LTC, 2016. KUBBA, S. A. A. Desenho técnico para construção. Porto Alegre: Bookman, 2014. MONTENEGRO, G. A. Desenho arquitetônico. 5ª ed. São Paulo: Blucher, 2017. Complementar BUENO, C. P.; PAPAOGLOU, R. Desenho Técnico para Engenheiros. Curitiba: Juruá, 2013. CHING, F. D. K. Representação gráfica em arquitetura. 5a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017. LEAKE, J. M.; BORGERSO, J. Manual de desenho técnico para engenharia: desenho, modelagem e visualização. LTC Engenharia edition, 2015. MUNIZ, C.; MANZOLI, A. Desenho Técnico: Série Obras de Referência. Rio de Janeiro: Lexikon, 2015. VARGAS, H. C.; PERRONE, R.A.C. Fundamentos de projeto: arquitetura e urbanismo. São Paulo: EDUSP, 2014.</p> |
|--------------------------------------|---|--|

Continuação Quadro 9 – Componente curricular/ UEMASUL Açaílândia.

| | | |
|--|---|---|
| | representação de projeto através do desenho técnico, formatos e carimbo (normas da ABNT); Materiais e técnicas de expressão e representação de projetos de arquitetura e urbanismo (elementos de expressão e representação gráfica: linhas, traços, texturas, escalas, cotas); Simulação tridimensional, cálculo, tabelas e documentação. | ZATTAR, I. C. Introdução ao Desenho Técnico. Curitiba: InterSaberes, 2016. |
|--|---|---|

Fonte: Adaptado PPC/UEMASUL Açaílândia (2020).

A disciplina de Desenho Técnico, apesar de enfatizar na sua ementa (Quadro 9) os vários elementos do Desenho Técnico aplicados a projetos de Engenharia e Arquitetura, não apresenta nenhuma aplicação de softwares de modelagem ou uso da tecnologia BIM. Mas segundo Barzellay, Knopp e Gomes (2021, p. 1): “a disciplina “Desenho Técnico Aplicado à Engenharia Civil” deve ser a responsável por discutir e apresentar as funcionalidades de um software específico BIM”.

Simas, Silva e Carvalho (2021) mostram algumas estratégias que as universidades utilizam nas disciplinas sobre o uso do BIM. Com referência ao termo BIM, algumas disciplinas se destacam:

Com referência ao termo BIM, destacam-se Desenho Digital 1 (54hs) no 2º semestre da UFAL (2019) de Maceió cuja ementa trata deste sistema; Computação Gráfica I e II (80hs/cada) nos 2º e 3º anos do IFPR (2017) que trazem como referência complementar uma tese sobre o tema5; na UFPEL (2016, p. 266), em Desenho Técnico para Arquitetura (68hs) no segundo período cujo objetivo é “capacitar o aluno para desenhar com uso da ferramenta computacional (CAD/BIM)” e Representação Digital em BIM (34hs) no quinto período; Projeto Assistido por Computador (72hs) no quarto período da UDESC (2020); e as disciplinas obrigatórias Desenho Técnico Assistido por Computador I, II e III (60hs/cada) nos segundo, terceiro e quinto períodos, e as optativas Desenho Técnico Assistido por Computador IV (30hs) e V (45hs) na UFT (2018). (SIMAS; SILVA; CARVALHO, 2021, p. 7).

Como se pode perceber, essas disciplinas são as mesmas apresentadas nos quadros anteriores, reforçando que tais disciplinas podem servir como ponto de partida para introdução da tecnologia BIM nos cursos de graduação em Engenharia Civil.

Simas, Silva e Carvalho (2021), em seus resultados apresentados mostram que dos casos analisados, 43% da representação digital do curso só é através do CAD, 38% são os

casos híbridos, que utilizam o termo CAD e BIM em suas disciplinas, 16% dos cursos analisados apresentam o BIM em todas as disciplinas de representação digital, seja utilizando o termo BIM ou disciplinas que apresentam o software.

6.2.3 Análise dos PPC quanto à implementação de novas tecnologias

No PPC da UFMA São Luís não foi identificado nada relacionado diretamente às novas tecnologias, o documento é de 2014 e apenas menciona atividades práticas, como pode ser verificado no trecho a seguir:

Diante dos pressupostos é desejado para o curso a formação de um corpo técnico profissional de professores que estimule o aluno a desenvolverem atividades que exijam a aplicação do conhecimento teórico em atividades práticas. Tal estímulo deve ocorrer tanto no processo de avaliação do aluno nas disciplinas com conteúdos aplicados, e por meio da disponibilização de atividades complementares, quais os alunos tenham a liberdade de escolher participar. (PPC UFMA/SÃO LUÍS, 2014, p. 16).

Podemos perceber que no PPC UFMA *campus* Balsas, aborda o incentivo a atividades interdisciplinares e capacitação tecnológica aos docentes com o intuito de adoção de novas tecnologias. Muito se fala de uma formação generalista, levando o acadêmico a absorver e desenvolver novas tecnologias, que o mesmo se torne um profissional que acompanhe os desafios tecnológicos, como apresentado a seguir:

Para tal, sua formação acadêmica deve basear-se no conjunto das competências necessárias para a formação de um profissional flexível, que acompanhe de forma sistemática e crítica os permanentes desafios tecnológicos e as mudanças ocorridas no mundo do trabalho, antevendo essas mudanças, impondo e ampliando espaços, considerando e incorporando princípios de desenvolvimento sustentável que valorizem a melhoria da qualidade de vida da sociedade. (PPC UFMA/SÃO LUÍS, 2017, p. 15).

Já o IFMA São Luís afirma se comprometer com uma graduação que atende as exigências atuais, afirmando ainda a constante mudança que a indústria civil vem enfrentando para se adequar as mudanças em decorrência dos avanços tecnológicos.

O presente projeto responde às necessidades de formação e qualificação profissional necessárias ao desenvolvimento de métodos e técnicas na construção civil, utilizados nos mais diversos campos de trabalho, atendendo ainda às exigências das atuais transformações científicas e tecnológicas, bem como às recomendações das Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de Bacharéis em Engenharia Civil. (PPC IFMA/SÃO LUÍS, 2012/2013, p. 8).

O mesmo reafirma as competências necessárias que o engenheiro deve possuir, dentre elas está a competência tecnológica, mas em nada se refere nesse documento como a universidade prepara o acadêmico para adquirir esta competência.

O PPC da UEMASUL Açailândia é o que mais aborda o uso de tecnologias, inovação tecnológicas. O curso tem visão e valores citados no PPC, todos se tratando de ser referência de inovação tecnológica, domínios de conhecimentos tecnológicos, dentre outros temas relacionados à tecnologia. Um dos objetivos do curso citado pelo PPC UEMASUL (2021, p.40) é: “incentivar constantemente a formação continuada a fim de utilizar os recursos de inovação tecnológica, inteligência artificial e softwares no desenvolvimento de projetos e na resolução de problemas de engenharia”.

A resolução CES/CNE nº 2 do Ministério da Educação (MEC, 2019) que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, prevê um ensino que formule um egresso capaz de se ajustar ao surgimento de novas tecnologias, utilizar e ser capaz de modelar utilizando-as. A mesma resolução afirma ainda que os cursos de Engenharia têm o prazo de 3 (três) anos a partir da data de publicação desta resolução para implementação destas diretrizes discorridas nesse documento. No entanto, não é um dever só das instituições de ensino passar e impulsionar o conhecimento. A mesma resolução quando descreve o perfil do egresso, se refere a um profissional capaz de aprender de forma autônoma, atualizando-se com os surgimentos das novas tecnologias.

6.2.4 Análise dos PPC no que se refere a estrutura dos laboratórios quanto aos requisitos de implementação do BIM

Nos quatro PPC examinados, verificou-se que todos os cursos possuem laboratórios de informática, mas apenas os PPC da UFMA Balsas e da UEMASUL mostram detalhes quanto à estrutura física dos mesmos, como pode ser visto no Quadro 10, a seguir:

Quadro 10 – Estrutura dos laboratórios no PPC.

| ESTRUTURA DOS LABORATÓRIOS NO PPC | | |
|--|--|--|
| Instituições | Laboratórios | Estrutura do laboratório no PPC |
| UFMA São Luís | <ul style="list-style-type: none"> • Laboratório de Computação Gráfica • Laboratório de Computação aplicada à Engenharia | Não aborda / apresenta. |

Continuação Quadro 10 – Estrutura dos laboratórios no PPC.

| | | |
|--------------------|--|--|
| UFMA Balsas | <ul style="list-style-type: none"> • Laboratório de Computação Gráfica • Laboratório de Computação aplicada à Engenharia • Laboratório de Informática | Os laboratórios de informática são equipados de computadores, projetores multimídias e internet cabeada. O mesmo conta com 20 computadores e com licença educacional do software Desenho Assistido por Computador. |
| UEMASUL Açailândia | <ul style="list-style-type: none"> • Laboratório de Desenho | Rede de <i>internet</i> , servidores, <i>nobreaks</i> , geradores, <i>desktops</i> , <i>notebooks</i> , impressoras, comunicação intercampi (via links), <i>software</i> básico, sistema de <i>software</i> . Possui sistema de <i>wi-fi</i> de internet alimentado por fibra óptica com 100 Mbps de <i>download</i> e 100 Mpbs de <i>upload</i> . O Laboratório de Informática, possui 21 computadores <i>desktop</i> , impressora, projetor de multimídia e equipamentos de som e imagem. O Laboratório de Desenho Técnico possibilita o uso de pranchetas e demais equipamentos que o curso demandar. |
| IFMA São Luís | <ul style="list-style-type: none"> • Laboratório de computação gráfica para construção civil com TQS | Não aborda / apresenta. |

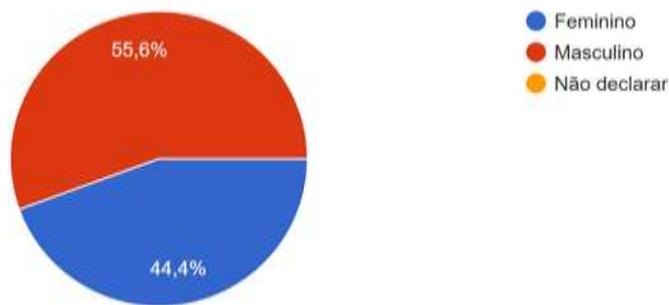
Fonte: Adaptado dos PPC em estudo.

Como mostrado no Quadro 10, a estrutura dos laboratórios das universidades em estudo é pouco discutida no PPC, é atípico o que se sabe a respeito. Apesar de alguns incentivos discutidos anteriormente, pouco se aplica no ensino do mesmo na grade curricular, exceto a UEMASUL Açailândia que cita o estudo do software uma vez no seu projeto pedagógico. Pode-se concluir que as mesmas não possuem aquisição do software, e o computadores presentes não contém qualidade para implantação. No entanto, segundo Barison (2015, p. 200), “a fabricação automatizada de componentes de edifício, a partir de BIM, pode ser ensinada por meio de estudos de caso, se os laboratórios não tiverem o equipamento necessário”.

6.3 Análise da percepção dos discentes do curso de Engenharia Civil da UFMA *campus* Balsas sobre a tecnologia BIM e o curso

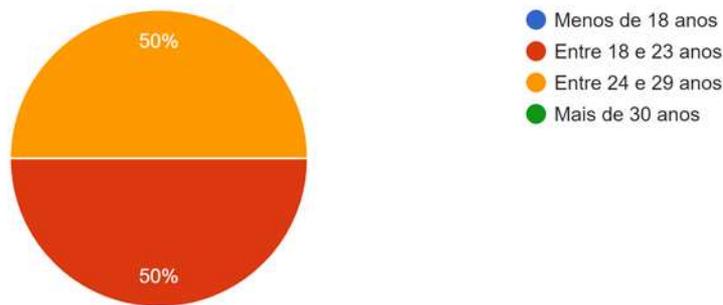
O questionário aplicado foi respondido por 36 alunos da Universidade, sendo 55,6% homens e 44,4% mulheres (Figura 4), metade dos respondentes possuem entre 18 e 23 anos e a outra metade possuem idade entre 24 e 29 anos (Figura 5). As perguntas foram respondidas em sua maioria por alunos do 10º, 8º e 6º períodos (75%), sendo que os demais (25%) ainda estão no primeiro ciclo do curso (Figura 6). A maior participação dos alunos dos períodos finais do curso se deu pelo fato de ser o principal círculo social do autor, além disso, alguns alunos dos dois primeiros anos do curso podem não ter decidido qual Engenharia vai seguir após a conclusão do núcleo comum.

Figura 4 — Gênero dos entrevistados.

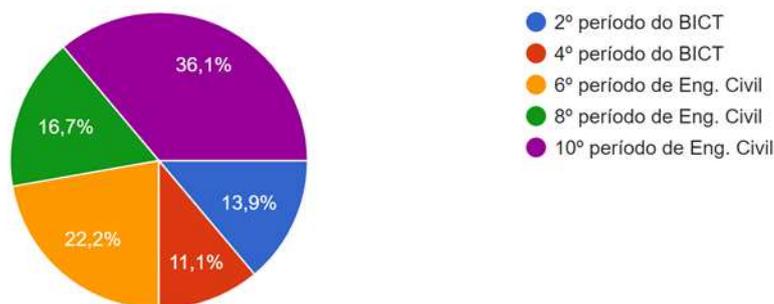


Fonte: Autoria própria.

Figura 5 — Idade dos entrevistados.



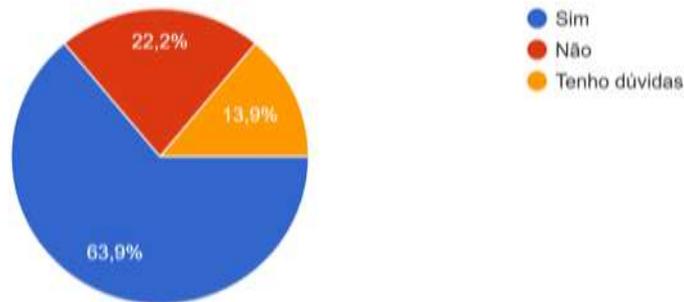
Fonte: Autoria própria.

Figura 6 — Período que os entrevistados cursam.

Fonte: Autoria própria.

Ao serem questionados sobre a metodologia BIM, 63,9% afirmam conhecê-la, enquanto 22,2% desconhecem e 13,9% possuem dúvidas (Figura 7). Tratando-se de um curso onde o uso de ferramentas computacionais é primordial no mercado de trabalho, entende-se que o percentual de quem não conhece ou têm dúvidas é alto. Já Bonfim e Sousa (2020) enquanto estudavam as implementações de ensino de tecnologia BIM no curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), perceberam um resultado diferente ao fazerem uma pergunta nesse mesmo sentido, notando que das 153 respostas, cerca de 68% nunca tiveram contato ou conheciam o BIM e apenas 32% responderam que já conheciam ou tinha ouvido falar sobre o tema.

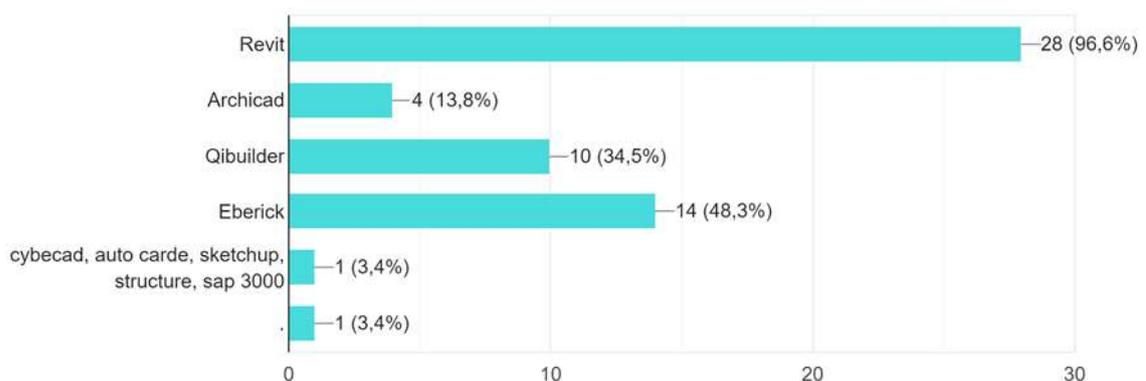
Essa diferença nas duas pesquisas pode ser justificada levando em consideração que o questionário da UFMA *campus* Balsas foi respondido em sua maioria (75%) por alunos que estão em períodos mais avançados, ou seja, que já estão no segundo ciclo, no curso de Engenharia Civil, enquanto na pesquisa de Bonfim e Sousa (2020) a concentração de resposta veio de períodos anteriores ao último ano do curso de Ciência e Tecnologia, ou seja, do primeiro ciclo. Conclui-se com esse comparativo de resultados que os discentes saem do primeiro ciclo (BICT) com pouca noção de softwares utilizados na Engenharia Civil, que o conhecimento vai sendo adquirido ao longo do segundo ciclo.

Figura 7 – Conhecimento do BIM.

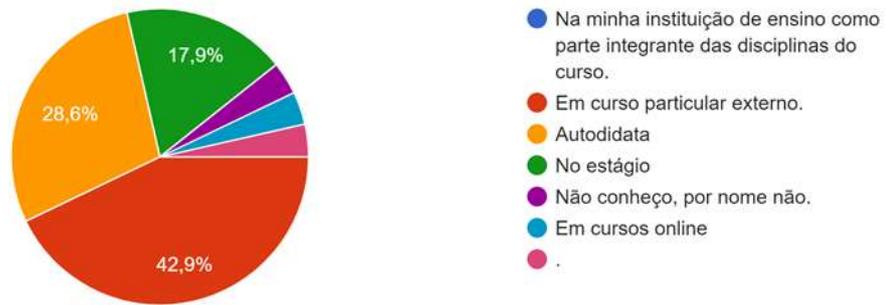
Fonte: Autoria própria.

Dos 63,9% que conhecem a metodologia BIM, 96,6% afirmam conhecer o software Revit, 48,3% o Eberick, 34,5% o Qibuilder e 13,8% o Archicad (Figura 8). Com relação aos meios pelos quais os estudantes adquiriram o conhecimento das ferramentas BIM, destacam-se curso particular externo (42,9%), autodidata (28,6%) e estágio (17,9%) (Figura 9). Ninguém marcou a opção “na minha instituição de ensino”, o que demonstra que a Instituição ainda não adotou o BIM como ferramenta de ensino.

Tais resultados se assemelham àqueles apresentados por Alves (2019) em sua pesquisa realizada a alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo de 6 instituições de ensino diferentes, onde ao serem questionados sobre o meio em que aprenderam o software BIM, 24% responderam que foi autodidatas, 56% responderam terem aprendido em curso particular externo e 20% responderam terem aprendido na própria instituição de ensino como parte integrante do curso.

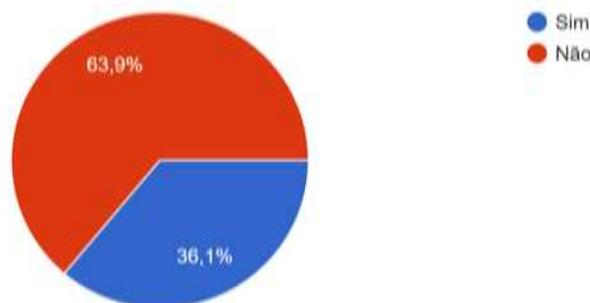
Figura 8 – Programas BIM conhecidos pelos entrevistados.

Fonte: Autoria própria.

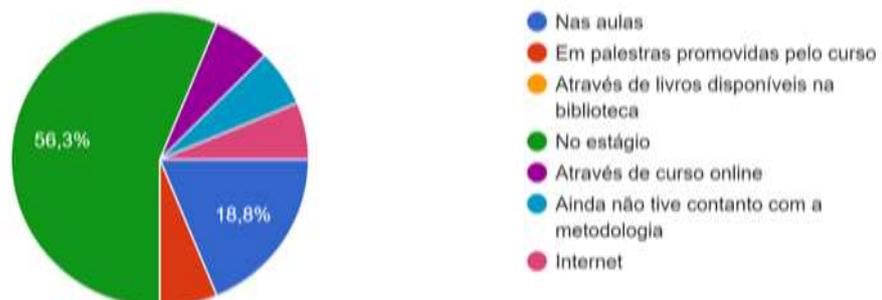
Figura 9 – Meio de conhecimento do BIM.

Fonte: Autoria própria.

Sobre o contato com a metodologia BIM durante o curso, 36,1% responderam que tiveram, enquanto 63,9% não tiveram contato com a ferramenta durante a graduação (Figura 10). Desses 36,1% que tiveram contato com a ferramenta durante o curso, 56,3% afirmam ter sido no estágio, nas aulas (18,8%), palestras promovidas pelo curso (6,3%) e cursos online (12,6%) (Figura 11). Tendo em vista esse resultado, os discentes vão para o estágio sem domínio de softwares, e o estágio é o precursor dessas ferramentas na vida dos estudantes, nota-se que a faculdade pouco discorre sobre o tema.

Figura 10 – Contato com a metodologia BIM durante o curso.

Fonte: Autoria própria.

Figura 11 – Local onde os entrevistados tiveram contato com a metodologia BIM durante a graduação.

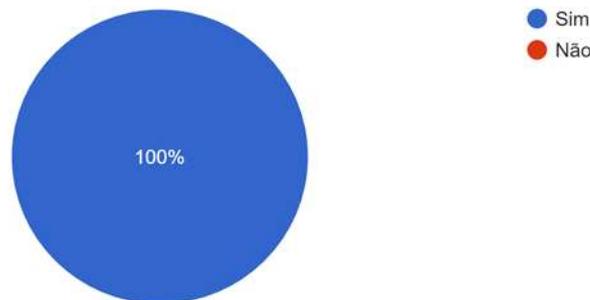
Fonte: Autoria própria.

Quando interrogados a respeito do BIM ser utilizado no ensino e se sua utilização ajudaria na compreensão de conteúdos didáticos, 100% dos entrevistados responderam sim, em ambas as perguntas (Figura 12 e 13). Percebe-se um interesse dos alunos em relação ao ensino da ferramenta na universidade, tendo em vista que o primeiro contato, em sua maioria, com o software tem sido no estágio (Figura 11) os mesmos podem está sendo cobrados por não acompanharem as novas tecnologias. Alves (2019, p. 113) quando fez uma pergunta parecida aos discentes de Arquitetura e Urbanismo em seu questionário, se tratando do ensino do BIM ser ensinado pela própria instituição de ensino, obteve as seguintes respostas:

Os respondentes justificaram suas respostas:

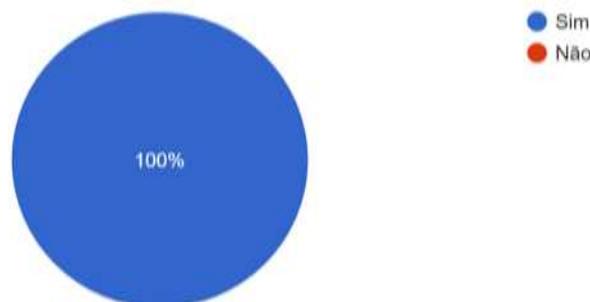
- “Além do fato de ser lei a utilização de compatibilização por *software* baseado em BIM, facilitaria a vida acadêmica e melhoraria a qualidade e pericia projetual dos novos arquitetos no mercado”.
- “Acho que o auto CAD é um programa que jamais deixará de ser usado em projetos arquitetônicos, mais a praticidade do Revit, ganhara cada dia mais usuários, principalmente se for inserido como disciplina acadêmica”.
- “O aluno que recebesse o ensino da plataforma, além de maior praticidade e melhor desempenho no resultado dos trabalhos, pouparia uma enorme quantidade de tempo (que programas como o AutoCAD necessitam para produção dos projetos no geral)”. (ALVES, 2019, p. 113).

Figura 12 — BIM no ensino.



Fonte: Autoria própria.

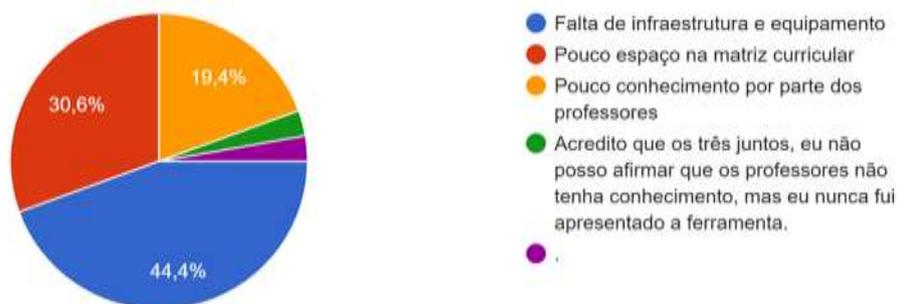
Figura 13 — Percepção dos entrevistados em relação ao BIM facilitar a compreensão de conteúdos didáticos.



Fonte: Autoria própria.

Já a respeito das barreiras existentes para a implantação do ensino do BIM no curso de Engenharia Civil da UFMA *campus* Balsas, 44,4% acreditam ser a falta de infraestrutura e equipamento, 30,6% se refere a pouco espaço na matriz curricular, 19,4% entende ser pouco o conhecimento por parte dos professores e 2,8% acredita ser os três itens juntos (Figura 14).

Figura 14 — Barreira para a implantação do ensino do BIM no curso de Engenharia Civil UFMA/Campus Balsas.



Fonte: Autoria própria.

Foi pedido aos entrevistados que listassem as disciplinas que na sua percepção deveriam ser feito o uso do BIM. No quadro abaixo estão algumas das respostas obtidas e paralelamente algumas disciplinas do currículo do curso de Engenharia Civil da UNIVAST que segundo Checcucci (2014) possuem alguma interface com o BIM. Pode-se perceber que todas as disciplinas listadas pelos alunos da UFMA *campus* Balsas também foram citadas por Checcucci (2014) em seu estudo. Portando são disciplinas em que há a possível implantação do BIM em suas atividades sem que haja comprometimento da mesma.

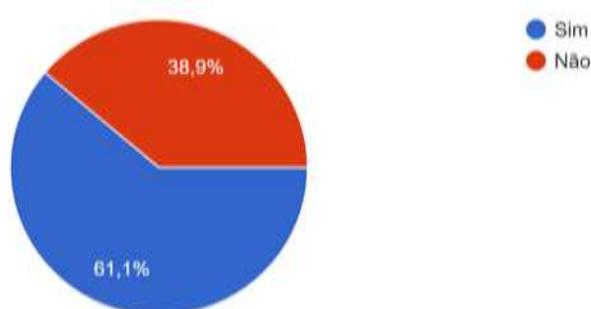
Quadro 10 — Disciplinas que possuem alguma interface com BIM.

| Disciplinas listadas pelos alunos da UFMA/Campus Balsas | Disciplinas listadas pela Checcucci (2014) – Análise do currículo do curso de graduação em Engenharia Civil da UNIVASF |
|---|--|
| Desenho para engenharias | Introdução a Engenharia Civil |
| Desenho técnico | Desenho técnico |
| Instalações Prediais I e II | Instalações Elétricas prediais |
| Resistência dos materiais | Resistência dos materiais I e II |
| Análise estrutural I e II | Análise estrutural I e II |
| Projeto de estradas | Sistema de Esgoto sanitário e pluvial |
| Concreto armado | Estruturas de concreto armado I e II |
| Fundações I e II | Fundações |
| Algoritmos e estrutura de dados | Algoritmo e Programação |
| Estrutura de aço | Estruturas de aço I |
| Estrutura de madeira | Instalações hidrossanitária, de gás e combate a incêndio |
| Gestão de projetos | Admin. e Custo da Construção Civil |
| Topografia | Topografia e Geodésia |

Fonte: Adaptado CHECCUCCI (2014).

Com relação à dificuldade para ingressar no mercado de trabalho e ou estágio por falta de domínio em programas da plataforma BIM, a maioria dos estudantes (61,1%) afirmaram que enfrentam ou já enfrentaram tal dificuldade, somente 38,9% não chegou a passar por esse obstáculo, como indica a Figura 15. Sendo que destes 61,1%, 14 estão no 8º e 10º períodos do curso, indicando a falta do uso da ferramenta durante todo o curso e 5 deles ainda afirmam terem tido contato com a tecnologia apenas no estágio.

Figura 15 — Dificuldade para ingressar no mercado de trabalho/estágio por falta de domínio em programas da plataforma BIM.



Fonte: Autoria própria.

Neves (2018) em seu estudo de caso, feito na Escola Técnica Estadual Professor Agamenon Magalhães (ETEPAM) sobre “Tecnologias de projetos utilizadas em escritórios x tecnologias estudadas” selecionou 7 profissionais que atuam em escritórios de arquitetura e engenharia. Quando esses profissionais foram questionados sobre a qualificação técnica dos técnicos contratados em relação aos softwares e quais softwares a empresa gostaria que a escola técnica em estudo tratasse em seu currículo, obtiveram as seguintes respostas:

- “Quanto a qualificação técnica, a empresa é satisfeita com os conhecimentos prévios dos técnicos contratados, relacionados a softwares, em parte, a empresa gostaria que as escolas técnicas tratassem em seu currículo escolar softwares como: Revit, Naviswork e Robot.”
- “Quanto a qualificação técnica, a empresa é satisfeita com os conhecimentos prévios dos técnicos contratados, em seu quadro atual, pois sua maior demanda no momento são em projetos que podem ser feitos no software como AutoCAD. O processo utilizado na hora de fazer o projeto é desenvolvimento de desenho “base” a mão, adequação as normas para depois passar para o AutoCAD.”
- “Quanto a qualificação técnica, relacionados à softwares, os estagiários que chegam a empresa têm conhecimentos superficiais sobre os softwares, é preciso alguns meses

para aprimoramento. As escolas técnicas deveriam melhorar a forma como os alunos utilizam as ferramentas, como a exemplo o AutoCAD, os alunos que chegam a empresa não sabem usar atalhos no software, que tornaria o trabalho deles mais rápido e eficiente.”

- “Quanto a qualificação técnica, falta mais domínio dos profissionais quanto ao software Revit e a empresa gostaria que as escolas técnicas tratassem em seu currículo escolar softwares como: AutoCAD, SketchUp e Revit.”
- “Quanto a qualificação técnica, a empresa é satisfeita com os conhecimentos prévios dos técnicos contratados, relacionados à softwares, mas a empresa gostaria que as escolas técnicas tratassem em seu currículo escolar softwares como: AutoCAD e TQS.”

Pode-se perceber a exigência das empresas por domínio e uso de software, muitos dos escritórios citados acima, apesar de alguns satisfeitos com a qualificação dos colaboradores, solicitam a implantação no currículo de ferramentas computacionais como o AutoCad e Revit. Portanto pode-se entender os 61,1% (Figura 15) dos alunos que falam que tiveram alguma dificuldade para ingressar no mercado de trabalho por falta de domínio da ferramenta BIM, porque realmente é cobrado pelos escritórios de Engenharia e Arquitetura.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os avanços tecnológicos que envolvem projetos de Engenharia são muitos, adquiri-los requer além de conhecimentos específicos pelos profissionais, ferramentas que suportem a utilização dos softwares, isso exige um custo orçamentário elevado, o que acaba dificultando a disseminação do mesmo no ensino. Buscamos compreender como é a representação digital nas IES públicas no curso de Engenharia Civil do estado do Maranhão, como anda a introdução do BIM no ensino dessas instituições.

Com relação ao estímulo da aplicação de novas tecnologias, percebeu-se que o curso da UEMASUL é o que trata desse ponto de maneira mais direta, enquanto que nos outros PPC não foram encontradas propostas no sentido de buscar o uso de novas tecnologias na prática do ensino de Engenharia. Podemos perceber que não há muito a disseminação do ensino do software nas universidades do estado do Maranhão, mesmo todas as analisadas possuem seus laboratórios, que ferramentas humanas e físicas são inexistentes e que apenas uma instituição menciona o BIM no seu ensino.

Destaca-se o importante papel que as Instituições de Ensino Superior públicas tem nessa transição que a indústria civil se encontra atualmente, por isso, como previsto pela resolução CES/CNE nº 2 do Ministério da Educação (MEC, 2019) as universidades precisam incluir essas tecnologias, como pesquisas sobre a metodologia BIM, a implantação de um curso iniciante sobre a ferramenta, não só as introduzir nas disciplinas, mas em projetos de extensão, nas empresas Júnior da universidade, minicursos, palestras, dentre outras formas que não se exigem uma infraestrutura tão abrangente, para que o índice de discentes que desconhecem essa ferramenta diminua dentro do centro acadêmico.

Atualmente, esta não é a realidade vista na UFMA *campus* Balsas onde há um percentual alto de alunos que desconhecem a ferramenta BIM, não havendo incentivo formal por parte da instituição. Há muito o que ser vencido por essas instituições para a implantação do BIM no ensino, no entanto, como discutido acima, há várias maneiras de incentivo ao estudo da ferramenta e sem necessidade de grandes custos.

REFERÊNCIAS

ADEMI-RJ – Associação de Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário do Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.ademi.org.br/article.php3?id_article=65456. Acesso em: 01 jul. 2021.

ALVES, V. dos S. **Desafios na implantação da plataforma BIM no ensino contemporâneo de Arquitetura**. 2019. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Ensino de Ciências. Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2019.

AMORIM, S. R. L; SOUZA, L. L. A. de; LYRIO, A. de M. IMPACT FROM THE USE OF BIM IN ARCHITECTURAL DESIGN OFFICES: real estate market oportunities. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [S.L.], v. 4, n. 2, p. 122-2, 15 dez. 2009. Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA). DOI: <http://dx.doi.org/10.4237/gtp.v4i2.100>.

BANDEIRA, L. R. TENDENCIAS ATUAIS PARA A INSERÇÃO DO BIM NO ENSINO SUPERIOR. **Revista Científica Educandi & Civitas**, Tocantis, v. 2, n. 2, 2019.

BARISON, M.B. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo**: uma contribuição para a formação do projetista. 2015. 390 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Construção Civil, USP, São Paulo, 2015.

BARZELLAY, B.; KNOPP, L.; GOMES, P. AVALIAÇÃO DA GRADE CURRICULAR SEGUNDO O PARADIGMA BIM. In: ENEBIM, 3., 2021, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Antac, 2021. v. 3.

BATISTELLO, P.; BALZAN, K. L.; PEREIRA, A. T. C. **BIM no ensino das competências em arquitetura e urbanismo**: transformação curricular. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e019019, 27 abr. 2019. Universidade Estadual de Campinas. DOI: <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v10i0.8653989>.

BONFIM, U. de O; SOUSA, L. L. de L. **Implementações de ensino de tecnologia BIM no curso de Ciência e Tecnologia da Ufersa**. 2020. 12 f. TCC (Graduação) - Curso de Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semiárido - Ufersa, Mossoró, 2020.

BRASIL. Lei nº 10.306, de 02 de abril de 2020. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 65, p. 5, 03 abr. 2020. PL 634/1975.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção (Brasília) (org.). Coletânea Implementação do Bim para construtoras e incorporadoras - Building Information Modeling- Volume 1 a 3. Brasília, 2016.

CCEC-PPC – Colegiado de Curso de Engenharia Civil, **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil da UFMA/Campus Bacanga**, São Luís, 2014.

CCEC-PPC – Colegiado de Curso de Engenharia Civil, **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil da UFMA/Campus Balsas**, Balsas, 2017.

CEIPPC-BICT – Comissão de Elaboração em Implantação do PPC do BICT (Portaria GR N° 207-MR de 02/05/2013), **Projeto Pedagógico de Curso do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da UFMA/Campus Balsas**, Balsas, 2013.

CEIPPC-ENGENHARIA CIVIL – Comissão de Elaboração em Implantação do PPC de Engenharia Civil, **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil do IFMA**, São Luís, (2012/2013).

CESPPC-ENGENHARIA CIVIL – Comissão de Elaboração e Sistematização do Projeto Pedagógico do Curso, **Projeto Pedagógico de Curso de Engenharia Civil da UEMASUL/Campus Açailândia**, Açailândia, 2020.

CHECCUCCI, E. S; PEREIRA, A. P. C; AMORIM, A. L. de. A difusão das tecnologias BIM por pesquisadores do Brasil. *In: TIC2007: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL*, 5., 2011, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: Antac, 2011.

CHECCUCCI, E. S. Ensino aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Arquitetura e Engenharia Civil. *In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO*, 3., 2014, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Enanparq, 2014. p. 1-13.

CHECCUCCI, Érica de Sousa. **Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Engenharia Civil e o papel da expressão gráfica neste contexto**. 2014. 235 f. Tese (Doutorado) - Curso de Difusão do Conhecimento, Doutorado Multi-Institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento (Dmmdc), Salvador, 2014.

COELHO, K. M. **A Implementação e o uso da modelagem da informação da construção em empresas de projeto de arquitetura**. 2017. 286 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

COSTA, J. M. C. da. **Diagnóstico da implantação do BIM em empresas construtoras com foco nos processos de planejamento, orçamento e controle de obras**. 2015. 197 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

COSTA JUNIOR, R. S; PINCERATO, G. M. T. IMPORTÂNCIA DA DISSEMINAÇÃO DO ENSINO DO BIM NAS UNIVERSIDADES E IMPLEMENTAÇÃO DENTRO DE CONSTRUTORAS PARA FORMAÇÃO DE BIM MANAGERS. **Colloquium Exactarum**, [S.L.], v. 9, n., p. 129-135, 23 ago. 2017. Associação Prudentina de Educação e Cultura (APEC). <http://dx.doi.org/10.5747/ce.2017.v9.nesp.000133>.

DELATORRE, V. **Potencialidades e limites do BIM no ensino de arquitetura: uma proposta de implementação**. 2014. 293 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 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.

FLICK, U. Introdução à pesquisa qualitativa/Uwe Flick; tradução Joice Elias Costa. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FORMOSO, R. T. *et al.* **Termo de referência para o planejamento e controle da produção em empresas construtoras.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1999.

FREITAS, A. A. da S. M. de. Construção coletiva do PPC: a experiência do curso de pedagogia da universidade católica do salvador (ucsal). **Revista de Estudios y Experiencias En Educación**, [S.L.], v. 16, n. 31, p. 157-173, 1 ago. 2017. Universidad Catolica de la Santisima Concepcion. DOI: <http://dx.doi.org/10.21703/rexe.2017311551719>.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2008.

GRANGEIRO, M. M.; FONTENELLE, M. A. M. **Implementação do building information modeling (BIM) no curso de Engenharia Civil: um estudo bibliográfico.** 2019. 11 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2019.

ISHIBARO, W. **ANÁLISE DA TRANSIÇÃO DO USO DE SOFTWARE CAD À PLATAFORMA BIM.** 2015. 86 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Infraestrutura, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2015.

JATOBA, D. V; FERREIRA, K. D. A IMPORTÂNCIA DE NOVAS TECNOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL IMPLANTAÇÃO BIM E BI NA ROCHA EMPREENDIMENTOS. In: CONTECC, 76., 2019, Palmas. **Anais [...]**. Palmas: Soea, 2019.

LEAL, B. M. F. **BIM no ensino de tecnologia da construção: estudo de caso.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 10, p. e019027, 25 dez. 2019. Universidade Estadual de Campinas. DOI: <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v10i0.8653550>.

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, SP, v. 10, p. e019025, 25 jul. 2019. ISSN 1980-6809. DOI: <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v10i0.8653676>.

LIMA, W. E. F. *et al.* BIM no ensino de Engenharia Civil. **Parc Pesquisa em Arquitetura e Construção**, [S.L.], v. 11, n. 18, p. 1-18, 18 dez. 2020. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v11i0.8657369>.

MARTINI, G. PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM EM CONCESSIONÁRIA DE SANEAMENTO: um estudo de caso. **Revista Técnico-Científica do Crea-Pr**, Paraná, v. 24, n. 24, p. 1-19, 1 ago. 2020.

MENEZES, A. M.; PONTES, M. M. BIM e o ensino: possibilidades na instrumentação e no projeto. SIGRADI 2012 Anais. Anais. In: SIGRADI 2012 - FORMA (IN) FORMAÇÃO. Fortaleza, CE: 2012

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA - MEC. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. Diretrizes Curriculares nacionais para os cursos de engenharia**, 2019. Disponível em: portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf. Acesso em: 24 de agosto de 2021.

MOHAMAD, K.; LEUSIN DE AMORIN, S. R. **BIM building information modeling no Brasil e na União Europeia**. Brasília: Diálogo Setoriais, 2015.

NEVES, L. R. F. **A relação das tecnologias de projeto utilizadas no ensino básico técnico com o mercado de trabalho: um estudo de caso Recife, 02**. 2018. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Expressão Gráfica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

PEREIRA, P. A. I.; RIBEIRO, R. A. A inserção do BIM no curso de graduação em engenharia civil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, XLII, 2014, Juiz de Fora, Mg. **Anais [...]**. Juiz de Fora: Abenge, 2014.

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

SABONGI, F. J. **The integration of BIM in the undergraduate curriculum: an analysis of undergraduate courses**. In: 45th Annual Conference of Associated Schools of Construction, 2009.

SILVA, C.C. C.; FERNANDES, M.W. Q. Análise da presença do BIM nos cursos de Engenharia Civil da região nordeste do Brasil. In: CONAPESC, 3., 2018, Campina Grande - Pb. **Anais [...]**. Campina Grande - Pb: Conapesc, 2018.

SIQUEIRA, L. S. R. **Aplicação das metodologias building information modeling (BIM) e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) no curso de graduação em Engenharia Civil / Ufes: Diagnóstico E Recomendações**. 2017. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

SILVA, Á. G. B. da; MAIA, T. R. **Estratégias para a inserção do BIM na graduação em Engenharia Civil: um estudo de caso na UFG**. 2018. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

SIMAS, T. B.; SILVA, J. L. A.; CARVALHO, C. M. de. **Uma análise dos softwares CAD e BIM nos projetos pedagógicos dos cursos de Arquitetura em instituições públicas brasileiras**. The Journal Of Engineering And Exact Sciences, Viçosa, Mg, v. 7, n. 1, 30 mar. 2021. Universidade Federal de Vicoso. <http://dx.doi.org/10.18540/jcecvl7iss1pp12304-01-12e>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO. CONSEPE. **Resolução nº 1892, de 28 de junho de 2019**. Aprova as Normas Regulamentadoras dos Cursos de graduação. São Luís: Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2019. Disponível em [file:///C:/Users/Deborah%20P/Downloads/RESOLU%C3%87%C3%83O%20N.1892-CONSEPE-28.06.2019-Normas%20Regulamentadoras%20de%20Gradua%C3%A7%C3%A3o%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Deborah%20P/Downloads/RESOLU%C3%87%C3%83O%20N.1892-CONSEPE-28.06.2019-Normas%20Regulamentadoras%20de%20Gradua%C3%A7%C3%A3o%20(1).pdf). Acesso em: 04 jun. 2021.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

APÊNDICE – QUESTIONÁRIO

Questionário: “Percepção dos alunos de Engenharia Civil da UFMA/Campus Balsas sobre a ferramenta BIM”.

*Obrigatório

Qual a sua idade? *

- Menos de 18 anos
- Entre 18 e 23 anos
- Entre 24 e 29 anos
- Mais de 30 anos

Qual o seu gênero? *

- Feminino
- Masculino
- Não declarar

Qual período você está cursando atualmente? *

- 2º período do BICT
- 4º período do BICT
- 6º período de Eng. Civil
- 8º período de Eng. Civil
- 10º período de Eng. Civil

Você conhece a metodologia BIM? *

- Sim
- Não
- Tenho dúvidas

Em caso afirmativo, quais softwares da plataforma BIM você conhece?

- Revit
- Archicad
- Qibuilder
- Eberick
- Outro:

Através de qual meio você adquiriu seus conhecimentos de prática no BIM?

- Na minha instituição de ensino como parte integrante das disciplinas do curso.
- Em curso particular externo.

- Autodidata
- No estágio
- Outro:

Você acha que o BIM deve ser utilizado no ensino de Engenharia Civil na Universidade? *

- Sim
- Não

Quais disciplinas ofertadas na graduação você acha que deveriam utilizar o BIM? *

Durante o curso você teve contato com a metodologia BIM? *

- Sim
- Não

Em caso afirmativo:

- Nas aulas
- Em palestras promovidas pelo curso
- Através de livros disponíveis na biblioteca
- No estágio
- Outro:

Você acredita que o emprego de software para discussão de atividades didáticas aumenta a compreensão do conteúdo? *

- Sim
- Não

No seu entendimento, qual a principal barreira que existe para a implantação do ensino de BIM no curso de Engenharia Civil da UFMA Campus Balsas? *

- Falta de infraestrutura e equipamento
- Pouco espaço na matriz curricular
- Pouco conhecimento por parte dos professores
- Outro:

Você tem ou já teve alguma dificuldade para ingressar no mercado/estágio por falta de domínio em programas da plataforma BIM? *

- Sim
- Não