



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIA
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

GABRIEL FERREIRA ANDRADE

**ESTUDO DA ESSENCIALIDADE DA MODELAGEM BIM NOS COMPONENTES
CURRICULARES NA GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL: UM ESTUDO DE
CASO NA UFERSA NO CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS**

PAU DOS FERROS - RN

2020

GABRIEL FERREIRA ANDRADE

**ESTUDO DA ESSENCIALIDADE DA MODELAGEM BIM NOS COMPONENTES
CURRICULARES NA GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL: UM ESTUDO DE
CASO NA UFERSA NO CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Fabíola Luana Maia
Rocha

PAU DOS FERROS - RN

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A553e Andrade, Gabriel Ferreira.
Estudo da essencialidade da modelagem BIM nos
componentes curriculares na graduação de
engenharia civil: um estudo de caso na UFERSA no
centro multidisciplinar de Pau dos Ferros /
Gabriel Ferreira Andrade. - 2020.
39 f. : il.

Orientadora: Fabíola Luana Maia Rocha .
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2020.

1. BIM. 2. Decreto nº 9.377. 3. Modelos
virtuais. 4. Engenharia civil. I. Rocha , Fabíola
Luana Maia , orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

GABRIEL FERREIRA ANDRADE

ESTUDO DA ESSENCIALIDADE DA MODELAGEM BIM NOS COMPONENTES CURRICULARES NA GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL: UM ESTUDO DE CASO NA UFERSA NO CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS

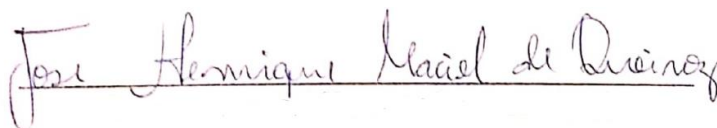
Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 07 / 02 / 2020

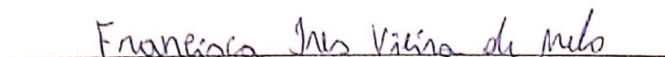
BANCA EXAMINADORA



Profª Esp. Fabíola Luana Maia Rocha (UFERSA)
Presidente



Prof. Esp. José Henrique Maciel de Queiroz (UFERSA)
Membro Examinador



Profª Esp. Francisca Ires Vieira de Melo (UFERSA)
Membro Examinador

Dedico este trabalho a Deus,
que me capacitou a executá-lo,
e aos meus pais, Jarismar e Remédios,
por todo apoio e inspiração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus, por toda proteção e força, alegrias e superações que me suscitou ao longo desse curso, que diante de tantas dificuldades sempre me mostrou a luz à qual segui.

Agradeço aos meus pais, Jarismar e Remédios, por todo o esforço em me manter longe de casa, por todo o apoio motivacional, me proporcionando vigor e fortalecimento.

Agradeço à minha orientadora, professora Fabíola Maia, pela assistência e interesse no desenvolvimento deste trabalho, assim como pela disposição de seu tempo para orientação e discussão do tema.

Agradeço a todos meus familiares por serem a minha base e apoio, dando ênfase aos meus pais, já citados, ao meu irmão Matheus e meus avôs.

Ao meu tio João Pinto, pessoa fundamental para minha subsistência, sendo de suma importância para a realização dos meus cursos de graduação.

E a todos amigos e colegas que contribuíram para a realização da minha graduação.

Aquele, pois, que ouve estas minhas palavras e as põe em prática é semelhante a um homem prudente, que edificou sua casa sobre a rocha. Caiu a chuva, vieram as enchentes, sopraram os ventos e investiram contra aquela casa; ela, porém, não caiu, porque estava edificada sobre a rocha.

Jesus Cristo (Mt. 7:24-25)

RESUMO

Neste trabalho é descrita a tecnologia *Building Information Modelling* – BIM, a sua disseminação no mundo e no Brasil. São mostradas as necessidades acadêmicas de aplicação da metodologia. É explanado sobre o decreto nº 9.377, o qual instituiu a Estratégia Nacional para a Disseminação do BIM, a Estratégia BIM BR, e a obrigatoriedade de projetos na plataforma BIM para obras públicas a partir de 2021. O estudo focou em relatar o conhecimento e uso de ferramentas da tecnologia emergente, e para coletar os dados, foram aplicados questionários para a execução da análise quali-quantitativa, sendo abordados os discentes do curso de engenharia civil da UFERSA no centro multidisciplinar de Pau dos Ferros/RN. Foi quantificado uma amostra necessária de 64 discentes, dos quais constatou-se a carência de conhecimento e uso da Modelagem da Informação na Construção, sendo que a maioria dos alunos fazem a utilização do *software* AutoCAD. Das averiguações efetuadas, chegou-se à apuração que os discentes precisam de ajustes na metodologia de ensino da universidade e que seja incorporado na grade curricular o BIM.

Palavras-chave: BIM; Decreto nº 9.377; Modelos virtuais; Engenharia civil.

ABSTRACT

This work describes the Building Information Modeling - BIM technology, its dissemination in the world and in Brazil. The academic needs for applying the methodology are shown. It is explained about the decree nº 9.377, which instituted the National Strategy for the Dissemination of BIM, the BIM BR Strategy, and the mandatory projects on the BIM platform for public works from 2021. The study focused on reporting knowledge and use of emerging technology tools, and to collect data, questionnaires were applied to perform the qualitative and quantitative analysis, and students from the civil engineering course at UFERSA at the multidisciplinary center of Pau dos Ferros / RN were approached. A necessary sample of 64 students was quantified, of which the lack of knowledge and use of Information Modeling in Construction was found, with the majority of students making use of the AutoCAD software. From the investigations carried out, it was found that the students need adjustments in the teaching methodology of the university and that BIM is incorporated into the curriculum.

Keywords: BIM; Decree nº 9.377; Virtual models; Civil Engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - BIM nos diferentes tipos de projetos	15
Figura 2 - Evolução temporal na indústria AEC	16
Figura 3 - Modelo BIM	19
Figura 4 - Evolução do ensino de BIM nos EUA.....	21
Figura 5 - Níveis de implementação do BIM	22
Figura 6 - BIM do 3D ao 7D	23
Figura 7 - Projetos 2D: Plantas e cortes	24
Figura 8 - Caos de informações vs. Informações compartilhadas.....	25
Figura 9 - Nível de detalhe	26
Figura 10 - Valores calculados para $Z\alpha$ e $Z\beta$ conforme o valor do erro alfa e do erro beta.....	28
Figura 11 - Análise quanto aos conhecedores de BIM.....	29
Figura 12 - Verificação da obtenção do conhecimento sobre BIM.....	29
Figura 13 - Análise dos parâmetros que associam ao BIM	30
Figura 14 - Averiguação do programa mais usado.....	30
Figura 15 - Abordagem sobre empecilhos da implementação do BIM no país	31
Figura 16 - Verificação sobre disseminação do BIM no mundo	32
Figura 17 - Análise do entendimento sobre a Estratégia BIM BR	32
Figura 18 - Classificação quanto a importância de fatores designados a implementação do BIM	33
Figura 19 - Abordagem relacionada a necessidade de BIM na UFERSA.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

BCA29 – *Building Construction Authority*

BIM – *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação na Construção)

BR – Brasil

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CAD – *Computer Aided Design* (Desenho Assistido por Computador)

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CMPF – Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros

NBR – Norma Brasileira Registrada

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

EUA – Estados Unidos da América

PTNB – Plano de Transição Digital para Construção

2D – duas dimensões

3D – BIM 3D – Visualização tridimensional

BIM 4D – 3D + Tempo

BIM 5D – 3D + Tempo + Custo

BIM 6D – 5D + Sustentabilidade

BIM 7D – 6D + Gestão e Manutenção

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1. BIM.....	15
2.1.1. BIM no mundo	16
2.1.2. BIM no Brasil.....	17
2.1.3. Vantagens do uso do BIM.....	18
2.1.4. Possíveis dificuldades na implementação do BIM.....	19
2.2. BIM NAS UNIVERSIDADES	20
2.3. ESTÁGIOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM.....	22
2.4. COMPARAÇÃO DO CAD COM O BIM.....	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS	27
4. RESULTADOS E DISCURSÕES	29
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
6. REFERÊNCIAS.....	36
Anexo I:.....	39

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos várias discursões sobre alternativas tecnológicas para melhoria dos processos na construção civil, e o mercado de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) assumem a importância de uma união entre os profissionais responsáveis pelo processos de planejamento e execução de um empreendimento, e este desenvolvimento também está sendo inserido nas empresas, sendo utilizado o *Building Information Modeling* (BIM - Modelagem da Informação na Construção) na execução de projetos (BASTO; LORDSLEEM JUNIOR, 2016; NEIVA NETO; FARIA; BIZELLO, 2014).

Como Silva, Huppes e Pedrozo (2018) relatam, a construção civil tinha um cenário totalmente embasado no sistema computacional chamado de Desenho Assistido por Computador (do inglês, *Computer Aided Design* – CAD), apresentando limitações pelo fato de ser uma ferramenta individualizada, diante disso, o BIM vem ganhando espaço, tanto em proporcionar análise de informações como no desenvolvimento de modelos integrados automaticamente.

Verificando os processos entre CAD e BIM, ainda na questão conceitual, destaca-se a modelagem paramétrica e da interoperabilidade como principais diferenças. Os modelos BIM têm parâmetros e restrições atrelados a cada objeto, atribuindo-os características e propriedades, possibilitando o levantamento de quantitativos, obtenção de relatórios e verificação de incompatibilidade dos objetos desenvolvidos (DEGASPERI et al., 2018).

Os projetos desenvolvidos em CAD são complexos na fase de planejamento, na etapa de execução de empreendimentos podem ser gerados transtornos por falta de compatibilização dos projetos, o que poderá implementar custos inesperados, e o processo orçamentário exige muito tempo e atenção, onde o produto do trabalho será diretamente proporcional ao tempo disponível para sua execução e a capacidade de quem o faz (PEREIRA, 2014).

No que se refere a implantação de BIM no Brasil, infere-se que ela emerge de forma restrita e introdutória, por consequência disso, pouco se encontram experiências de ensinos, os cursos de Engenharia e Arquitetura necessitam desse conhecimento, porém, as universidades brasileiras pouco o lecionam para os discentes, dificultando a implantação, adoção e difusão da plataforma da Modelagem da Informação na Construção no Brasil. A falta de ensino e pesquisa sobre BIM provoca dificuldade para as empresas que buscam adotar a tecnologia, pois, sem profissionais capacitados para se contratar, terão que capacitar os que estão empregados, gerando despesas (BARRETO et al., 2016).

E em meio as dificuldades nos processos construtivos, como retratado em Porto (2018), durante os anos de 1993 e 2008 houve uma retração de 25% na produtividade da construção civil se comparados com a indústria manufatureira, e em meio a esse cenários desafiador, buscava-se por uma produção mais industrializada e automatizada, o que motivou a criação de novas tecnologias aplicáveis ao mercado, conhecido pelo seu atraso com relação a outros mercados industriais, e diante disso, desenvolveu-se o BIM, buscando se aliar a esse mercado, sendo uma metodologia que ganhou destaque em vários países, sendo atribuídos parâmetros normativos e legislativos em países da Europa e nos EUA.

No Brasil ainda está sendo efetuada a inserção do BIM nos processos construtivos, e um de seus marcos importantes foi executado em 17 de maio de 2018, quando o Governo Federal do Brasil, por meio do decreto nº 9.377, instituiu a Estratégia Nacional para a Disseminação do *Building Information Modeling* (BIM), cuja finalidade é estimular a propagação e utilização da tecnologia no Brasil.

Tendo em vista as mudanças e exigências do mercado de trabalho, busca-se apresentar as necessidades de conhecer o BIM na graduação, pois, com o decreto nº 9.377 será exigido que os projetos destinados a licitações públicas sejam modelados na plataforma *Building Information Modeling*, e é necessário que engenheiros tenham conhecimento do sistema que passará a ser o essencial na prática de licitações.

Diante desse cenário, observa que ferramentas CAD diminuirão cada vez mais o seu uso, pois, é objetivo do Governo Federal que até 2028 seja utilizada a plataforma BIM para compor todo o ciclo de vida das obras, além de projetos e “*as built*”, que seja também aplicada em todo o pós-obra.

Com todo esse quadro tecnológico sendo atualizado, o presente trabalho tem como propósito analisar a essencialidade da implementação do BIM no curso de graduação em engenharia civil na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), centro multidisciplinar Pau dos Ferros - RN, verificando o cenário da utilização da plataforma BIM na graduação de engenharia civil, avaliando o nível de conhecimento dos alunos quanto à modelagem e o grau de importância atribuída a utilização de ferramentas BIM.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. BIM

O *Building Information Modelling* vem se destacando pela sua eficiência no planejamento e desenvolvimento de projetos, assim como, é aplicado para gerenciamento e manutenção das edificações, ou seja, é um conjunto de ferramentas colaborativas que integradas possibilitam a criação de modelos virtuais de uma construção, sendo possível executar adequações ao longo do seu ciclo de vida (LIMA, 2019).

De acordo com Silva, Hupples e Pedrozo (2018), esta nova forma de projetar vem apresentando grandes avanços, pois em seus modelos virtuais podem ser atribuídas informações e integrados dados de suma importância para a construção, sejam nas etapas de planejamento ou desenvolvimento, relacionadas aos setores de Engenharia, Arquitetura e Construção. Por meio da utilização da tecnologia, é realizável modelo virtual acurado, metuculoso e detalhado de uma edificação, com informações interligadas e de grande importância para a execução da construção. Na Figura 1 pode-se observar a integração de projetos em BIM.

Figura 1 - BIM nos diferentes tipos de projetos



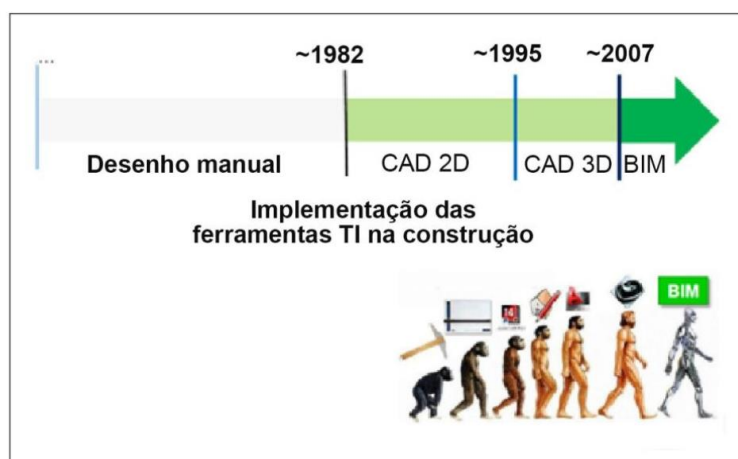
Fonte: Silva, Hupples e Pedrozo (2018)

Na modelagem em BIM os componentes são parametrizados, ou seja, ao executar um projeto pode-se fazer o levantamento de quantitativos a partir dos componentes, sendo esse processo automatizado, diferente dos métodos tradicionais em CAD. Nesse método, todas as alterações executadas no modelo serão repercutidas em plantas, vistas e quantitativos já criados, de forma automática (KOELLN, 2015).

Diante das exigências da indústria de construções e mediante a complexidade das edificações, os métodos de planejamento e desenvolvimento de projetos estão tendo que se adequar aos avanços tecnológicos e aprimorar a tradicional representação 2D, sendo

desenvolvido um modelo digital 3D. No BIM pode ser feito esse modelo, sendo que este não é mera representação 3D, ele vai além disso, pois dentro do projeto desenvolvido podem ser inseridas informações parametrizadas dos componentes ligadas à características mecânicas, físicas e geométricas, como também, ser feito o levantamento de quantitativos e atribuição de preços. Na Figura 2, são apresentados os avanços tecnológicos ao longo dos últimos anos até onde se inicia a inserção do BIM (VENÂNCIO, 2015).

Figura 2 - Evolução temporal na indústria AEC



Fonte: Venâncio (2015)

2.1.1. BIM NO MUNDO

A Modelagem da Informação na Construção teve início na década de 1970, mas começou a se firmar no mercado na década de 1990. Em 2002, quando a Autodesk adquiriu a Revit Technology Corporation se tornou um fato histórico de grande destaque para a aplicação de ferramentas em BIM, mais especificamente nos Estados Unidos (PORTO, 2018).

Na Ásia foi instaurado o sistema de aprovação mais rápido do mundo, em 2008 em Singapura, estabelecido pela *Building Construction Authority* - BCA29, onde a parte burocrática de registro de projetos era feita toda por meio digital, em um portal eletrônico, com o modelo com as descrições necessárias para sua aprovação. Em 2011, para receber a aprovação dos projetos nesse país, eram necessários 26 dias, e foi estimado que para 2015, seriam precisos de apenas 10 dias. Já na Coreia do Sul, desde 2016, projetos para todos os edifícios públicos e de obras privadas acima de 50 milhões de dólares foi obrigado o uso da Modelagem da Informação na Construção (CURITIBA, 2019).

Nos governos europeus, estão dando um foco ao *Building Information Modeling* e tomando-o como estratégia industrial. No Reino Unido, em 2012, em uma parceria do governo

com a indústria, estimou-se uma economia inicial de 2 bilhões de libras por ano, nas construções com aplicação do BIM, realizaram várias iniciativas merecendo destaque a aplicação da metodologia em projetos do governo em um intervalo de tempo de 4 anos, objetivando chegar no BIM Nível 2, que é a modelagem e interoperabilidade, até em 2016. Já a França implementou o Plano de Transição Digital para Construção (PTNB) buscando diminuir os custos de construção a partir da utilização do BIM. Na Holanda, desde 2011 a aplicação da tecnologia é obrigatória para projetos públicos (PORTO, 2018; DEGASPERI et al., 2018).

Na China a utilização da Modelagem da Informação na Construção foi tardia, mas a sua aplicação está sendo difundida rapidamente. No Japão a taxa de aplicação já chega à aproximadamente 85%. Na América do Sul e Central a implantação da tecnologia BIM tem a Costa Rica como uma das referências e o Chile como o pioneiro no uso da plataforma. Já na África, os países não estão tendo dificuldades de acompanhar as tendências mundiais com a implementação do BIM (PORTO, 2018).

2.1.2. BIM NO BRASIL

A construção civil em grandes potências econômicas passa por avanços, onde os processos estão sendo cada vez mais industrializados. Em países emergentes essa realidade ainda é um pouco distante, como é o caso do Brasil. Com isso, busca-se mudar as perspectivas existentes, ou seja, com o avanço da tecnologia BIM pelo mundo, há a necessidade de seguir esses passos em busca de melhorar a qualidade técnica e gestão das construções, que por conseguinte, existirão menos erros informacionais e menos desperdícios (PORTO, 2018).

Nesse contexto, destaca-se que o Brasil enfrenta obstáculos como: a carência de desenvolvimento de processos e normatização nos empreendimentos a estabelecer o nível de detalhes empregado nas várias fases do projeto, englobando escritórios, empresas no setor civil e profissionais. Essa dificuldade deve-se a falta de um gerente de BIM (BIM Manager); A dificuldade de troca de informações nos padrões dos aplicativos de projetos BIM e programas de estimativas orçamentárias de maneira íntegra e segura (CICHINELLI, 2009).

De acordo com Koelln (2015), o Brasil possui uma histórica carência nos métodos construtivos, procura-se melhorias na construção civil, porém, os avanços tecnológicos nessa área acontecem lentamente. Ainda existem muitos trabalhos executados informalmente, e dentre as empresas de construção civil, cerca de 65% são formadas por menos de 5 pessoas, o que gera complicações para se investir em novas tecnologias.

Segundo Porto (2018) entidades brasileiras como o Exército e o BNDES já trabalham de forma regular com as novas tecnologias, mas, apesar da popularização do BIM, de maneira geral, o país não se encontra em um estágio de maturidade elevado na aplicação dessa tecnologia.

Dentro das alterações mundiais no mercado da construção civil, o Governo Brasileiro criou a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM, a partir da qual será exigido o uso da plataforma a partir de 2021. A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) estima que se metade das empresas da área implementarem o BIM, a economia do país crescerá cerca de 7%, que é aproximadamente R\$21,9 bilhões do PIB da construção civil em 2018 (PORTO, 2018).

Algumas partes do governo e entidades de classe estão na busca de se aperfeiçoar nessa tecnologia e avançar, como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O conteúdo total da normativa foi planejado para ser desenvolvido e publicado em sete partes. As partes 1, 2 e 3 já foram publicadas e correspondem, respectivamente, aos conteúdos: ABNT NBR 15965-1:2011 - Classificação e Terminologia, que explica como o conteúdo foi planejado, inclusive a divisão da norma em sete partes; ABNT NBR 15965-2:2012 - Características dos Objetos; e ABNT NBR 15965-3:2014 - Processos da Construção Civil (AMORIM, 2015).

Outro entrave, este no quesito técnico, é a inexistência de bibliotecas virtuais para obtenção de itens já prontos. Enquanto em outros países, como Estados Unidos por exemplo, é possível adquirir as especificações completas, aqui no Brasil é preciso programá-las, transformando-as em modelos. Não se trata apenas de importar a tecnologia de lá, pois as especificações de construção americanas não são iguais as brasileiras, sendo incompatível o seu uso (PRATES, 2010).

2.1.3. VANTAGENS DO USO DO BIM

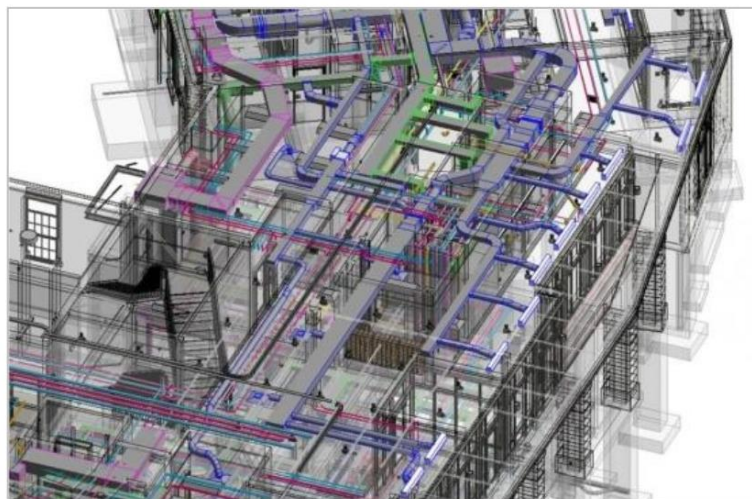
A produção de projetos em BIM permite o desenvolvimento de modelos além do 3D, com isso, as informações fornecidas são aplicadas em plantas e vistas, pois estes são resultados do modelo virtual, que pode ser alterado em qualquer perspectiva e as atribuições serão inseridas em todo o projeto de forma automática (PEREIRA, 2014).

Tudo isso facilita a execução de projetos individuais (arquitetônico, estrutural, elétrico, etc.), como também a compatibilização, pois, se existir a necessidade de alteração no modelo virtual, as mudanças ocorrem em todas as pranchas, sem haver a obrigação de mudar as pranchas especificamente, como é feito em CAD (PEREIRA, 2014).

De acordo com Venâncio (2015), os modelos BIM garantem acesso simples a informações do modelo, é facilitada a análise de conflitos entre os projetos, por conseguinte, acrescentando qualidade ao mesmo, diminuindo os problemas de execução da obra, otimizando todo o processo construtivo. Além de tudo, podem ser realizados orçamentos com menores erros e de forma mais rápida.

No meio das funcionalidades da Modelagem da Informação na Construção, ganha-se destaque a de integração de projetos no mesmo modelo virtual, como é explanado por Venâncio (2015), no modelo podem ser desenvolvidas, apresentadas e descritas as uniões entre os projetos arquitetônico, estrutural, todas as instalações e todos os projetos executados para uma edificação, assim como, ver todo o entrelaçamento entre eles. Tudo isso é demonstrado na Figura 3, um modelo BIM contendo mais de um projeto, contemplando a união entre modelos 3D desenvolvidos pelos setores de Arquitetura e Engenharia.

Figura 3 - Modelo BIM



Fonte: Venâncio (2015)

2.1.4. POSSÍVEIS DIFICULDADES NA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

Para se instalar uma metodologia inovadora, de acordo com Venâncio (2015), existe resistência por meio das pessoas que terão que mudar seus antigos hábitos, mudar o processo tradicional para uma nova realidade. Para implementação de BIM são necessários altos custos, pois, exige muito de *hardware* e *software* dos computadores, assim como é preciso que sejam capacitados os profissionais que farão uso das ferramentas.

Já as empresas, estão passando por reformulações e adaptações em suas organizações, para que seja adotada a metodologia BIM. Há países onde foram normatizadas diretrizes para

empresas, onde as orientam em termos de processos internos e externos, guiando como adotar a plataforma BIM (VENÂNCIO, 2015).

No sistema de adaptação dos profissionais à plataforma *Building Information Modeling*, Pereira (2014) afirma que o uso de ferramentas CAD, como por exemplo o *software* AutoCAD, acaba se tornando barreira para a implementação do BIM, por mudar a habitual rotina e a necessidade de estudar novas ferramentas, e todas essas mudanças requerem investimentos em equipes e gestores, assim como, necessita-se de disponibilidade de tempo de todos os envolvidos.

Além das dificuldades com alto investimento para adquirir as ferramentas para se trabalhar com BIM, mesmo em países mais experientes com a implementação da metodologia, é difícil conseguir profissionais capacitados as tecnologias de colaboração de projetos em 3D, 4D e 5D, por falta de capacidade de trabalhar com plataformas integradas (DEGASPERI et al., 2018).

2.2. BIM NAS UNIVERSIDADES

Com a implementação do BIM no mercado, a necessidade de profissionais capacitados está crescendo proporcional ao interesse da indústria AEC, mas, a falta de conhecimento da tecnologia acarreta empecilhos na sua aplicação. Como o mercado tem atribuído cada vez mais exigências quanto aos profissionais ligados a construção civil, em todas as etapas, desde o planejamento até a manutenção dos edifícios, por conseguinte, as escolas de Arquitetura e Engenharia Civil tem procurado implementar, na graduação de seus alunos, disciplinas de desenvolvimento de projetos colaborativos (BASTO e LORDSLEEM JUNIOR, 2016; PEREIRA e RIBEIRO, 2019).

Calsavara e Ribeiro (2018) afirmam que, a instalação do BIM devido à complexidade e toda a sua amplitude, deve ser de forma gradual, devido a abrangência de setores aplicados no desenvolvimento de projetos, e que os processos de ensino devem aderir à Modelagem da Informação na Construção, que o meio acadêmico deve ter o seu planejamento e metodologia de ensino atualizado para os novos desafios do mercado de construção.

De acordo com Basto e Lordsleem Junior (2016), as universidades inserem o BIM de forma compassada e demorada, com dificuldades com relação a obtenção de conteúdo ligado ao ensino da tecnologia, a existência de docentes especializados é escassa, os *softwares* a serem usados são de valores elevados, diante disso, averigua-se a necessidade da criação de novas disciplinas para o ensino do BIM. A implantação de BIM nos componentes curriculares é

dificultada pela imposição de interdisciplinaridade, circunstância que na maioria das universidades não está presente nas disciplinas assim como nos departamentos (BENEDETTO, BERNARDES e PIRES, 2019).

A *Georgia Institute of Technology*, nos EUA, incorporaram o BIM ao efetuar pesquisas sobre a metodologia na década de 1990. Em 2003 se iniciavam as alterações nas grades curriculares nas academias internacionais, nos cursos de Engenharia e Arquitetura, aí se introduziu a Modelagem da Informação na Construção, mas a sua implementação se impulsionou entre 2006 e 2009. As novas atribuições aos graduandos estão ligadas a competência que os profissionais irão ter depois de formados. Os acontecimentos importantes ligados ao ensino de BIM nos Estados Unidos estão apresentados na Figura 4 (BASTO e LORDSLEEM JUNIOR, 2016; PEREIRA e RIBEIRO, 2019).

Figura 4 - Evolução do ensino de BIM nos EUA



Fonte: Lordsleem Junior (2016)

Pereira e Ribeiro (2019) constataam que a efetivação do BIM no escopo mundial, já apresenta um aspecto mais amadurecido do que o instaurado no Brasil, e que os cursos de graduação refletem o desenvolvimento do mercado, pois o processo nas empresas internacionais está num estágio mais avançado do que é apresentado no país. Ao observar as metodologias adquiridas pelas universidades brasileiras que realizam o ensino da tecnologia

nos cursos de AEC, Benedetto, Bernardes e Pires (2019) chegaram a dois modelos: a integração entre disciplinas técnicas e o emprego pontual de componentes curriculares.

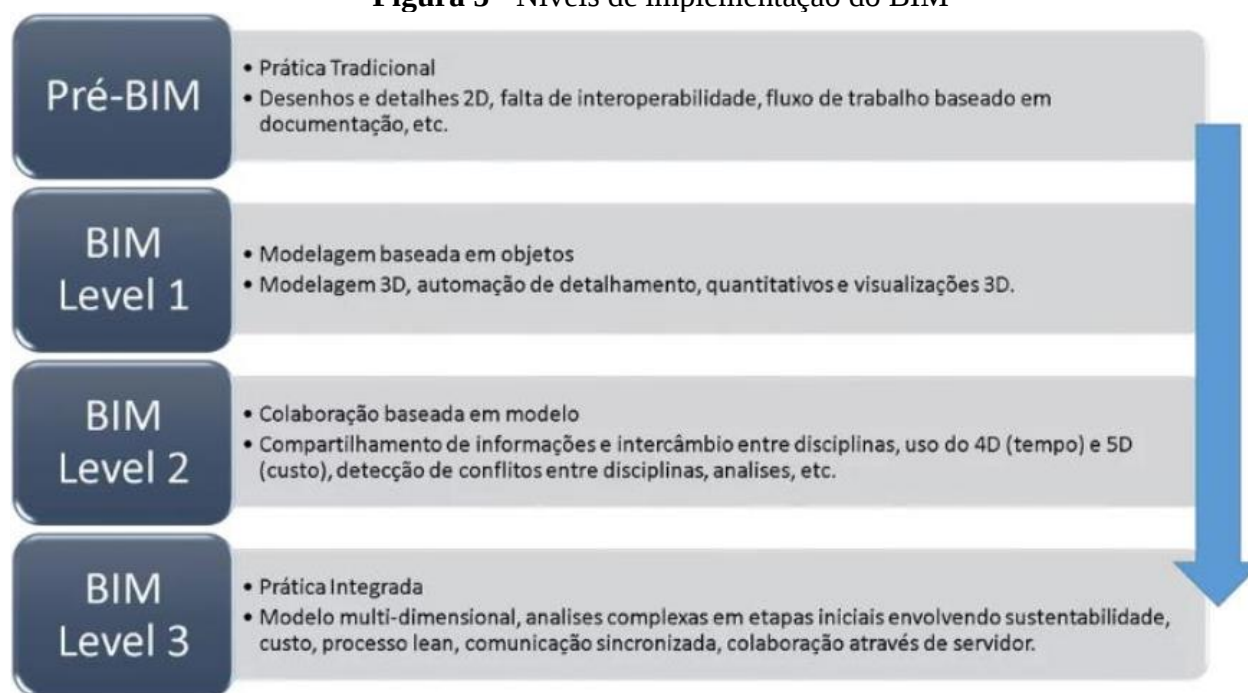
2.3. ESTÁGIOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

No intuito de entender a inserção do BIM, o fluxo de trabalho e suas dimensões estruturais, é importante que exista o mapeamento de processos produtivos, e com o desígnio de funções, analisa-se a eficácia e a eficiência de todo o programa, e quando houver falha em alguma etapa executa-se as devidas alterações sempre que necessário (PEREIRA, 2014).

Para a consolidação do BIM é importante que sejam caracterizadas as fases do processo construtivo, e para isso Porto (2018) afirma que a ferramenta a ser aplicada deve partir desde concepção e ir até a fase de execução e operação, sendo que existem diversas ferramentas e que cada uma com suas respectivas maneiras de aplicação, mas com mesmos objetivos, diferenciando-se pelos níveis de maturidade de seu emprego.

Diante disso, apresenta-se a classificação de Bilal Succar, que é bem consolidada, sobre os graus de maturidade da prática da Modelagem da Informação na Construção, relatada por Porto (2018), onde são descritos os cinco níveis em que empresas e profissionais podem se enquadrar, retratando indiretamente quais os seus níveis de eficiência, como é evidente na Figura 5 a seguir.

Figura 5 - Níveis de implementação do BIM



Fonte: Porto (2018)

A utilização do BIM contempla várias etapas de aplicação com diversas subdivisões, indo além do mero 2D, onde são feitas as representações dos projetos em duas dimensões. Integrando o que seria a primeira fase de um modelo paramétrico, descrito em três dimensões, o BIM 3D permite uma visão mais realista, em comparação com o que é visto em CAD, aprimorando a comunicação entre dono da obra e projetista. Quando se adiciona o planejamento da execução, averiguando as etapas da obra com relação ao tempo, tem-se o BIM 4D, desenvolvendo o cronograma de obra, adequando o projeto as suas necessidades particulares e minimizando os problemas no canteiro (VENÂNCIO, 2015).

Quando se busca o levantamento de custo, a realização do orçamento em cima dos componentes do modelo projetado, chega-se ao BIM 5D, nesse nível podem ser realizadas simulações acerca dos elementos e conter maior rigor no controle de gastos. Já com relação ao BIM 6D, é atribuído as questões de sustentabilidade e eficiência energética, onde se determina a melhor situação econômica e ambiental para cada projeto, e o BIM 7D está associado a gestão das edificações (SILVA, HUPPES e PEDROZO, 2018).

De acordo com Venâncio (2015), o nível BIM 7D é atingido quando o modelo contém todas as informações descritas nos níveis anteriores, um modelo onde estejam incluídos dados de fabricantes, fornecedores, garantias, entre outras informações pertinentes a edificação e retratem o que realmente foi executado. Como a fase de uso da edificação é a mais duradoura, é de suma importância que todas as informações sejam cedidas em benefício da gestão do edifício, operação e manutenção, mantendo a plenitude da obra durante toda seu ciclo de vida. Na Figura 6 são apresentados níveis do BIM.

Figura 6 - BIM do 3D ao 7D



Fonte: Venâncio (2015)

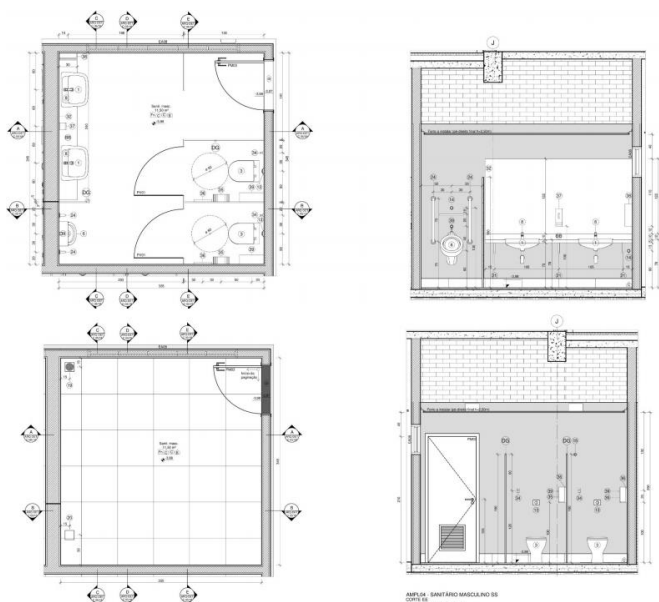
2.4. COMPARAÇÃO DO CAD COM O BIM

De acordo com Masotti (2014) o emprego do CAD (*Computer Aided Design*) foi apenas uma evolução gráfica, pois, na primeira geração os projetos eram desenvolvidos à mão, já na segunda, a representação técnica passou a ser auxiliada por computador, mas, os desenhos eram compostos apenas por linhas, assim como era feito à mão. As linhas descritas pelos projetistas eram representadas a partir de suas interpretações e idealizações do produto final a ser desenvolvido.

Os processos construtivos na construção civil vêm apresentando avanços nas últimas décadas, e isso tornou-se possível pela aplicabilidade dos computadores. Um importante avanço já havia ocorrido quando os projetos deixaram de ser manuais e passaram a ser feitos com o auxílio do CAD, e nos últimos anos está se desenvolvendo uma nova tecnologia, o BIM (KOELLN, 2015).

Dentro dos problemas existentes no CAD, vale salientar que, quando se necessita efetuar alguma alteração nos projetos, por serem “linhas”, a alteração em uma planta baixa não ocorrerá nos detalhamentos, plantas e cortes, sendo necessário muita atenção dos projetistas (na Figura 7 são exibidas plantas baixas e cortes). À vista disso, quando se analisa um projeto a nível interdisciplinar, em uma eventual necessidade de algum profissional precisa efetuar modificação, isso pode gerar uma reação em cadeia e retrabalho para todos os projetistas e até aos construtores, pois o CAD não contém o grau de compatibilização existente no BIM (MASOTTI, 2014).

Figura 7 - Projetos 2D: Plantas e cortes



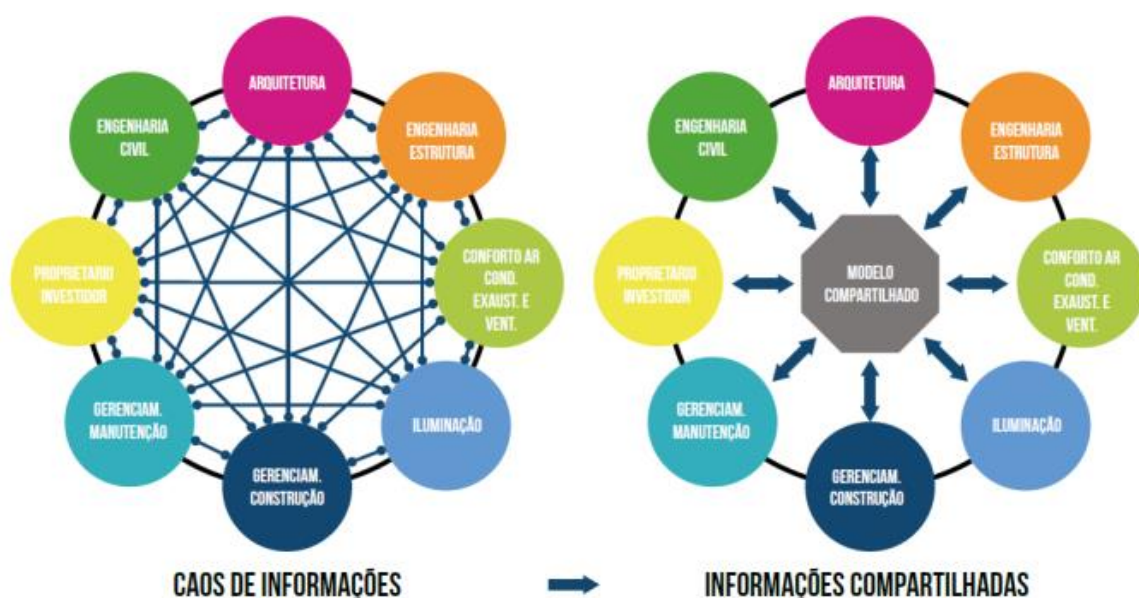
Fonte: Brasília-DF (2019)

É notável que os projetos em CAD já não suprem todas as necessidades dos projetistas, pois, os planejamentos estão cada vez mais complexos, sendo assim, o sistema não está sendo suficiente para o gerenciamento dos empreendimentos. Isso ocorre devido os sistemas de projeto não ocorrerem de forma integrada, pois, as ferramentas não tem essa função, assim como os elementos não contém especificações, dificultando o levantamento de quantitativos e orçamentos, por exemplo (BASTO e LORDSLEEM JUNIOR, 2016).

Em um breve comparativo entre modelos de BIM e de 3D com o CAD, o BIM possibilita modelos associados, viabilizando projetos colaborativos, análises de desempenho, planilhas orçamentarias, entre outras. Já nos modelos 3D da linguagem CAD, os detalhes tridimensionais não incluem informações aos elementos, não há a verificação de incompatibilidade (PEREIRA e RIBEIRO, 2019).

Como pode ser observado na Figura 8, o CAD é semelhante ao “Caos de informações”, descrito na imagem, onde os projetos são executados de informa independentes, já em “Informações compartilhadas”, é a metodologia desenvolvida em BIM, onde se tem um modelo compartilhado e integrado entre as áreas de projeto.

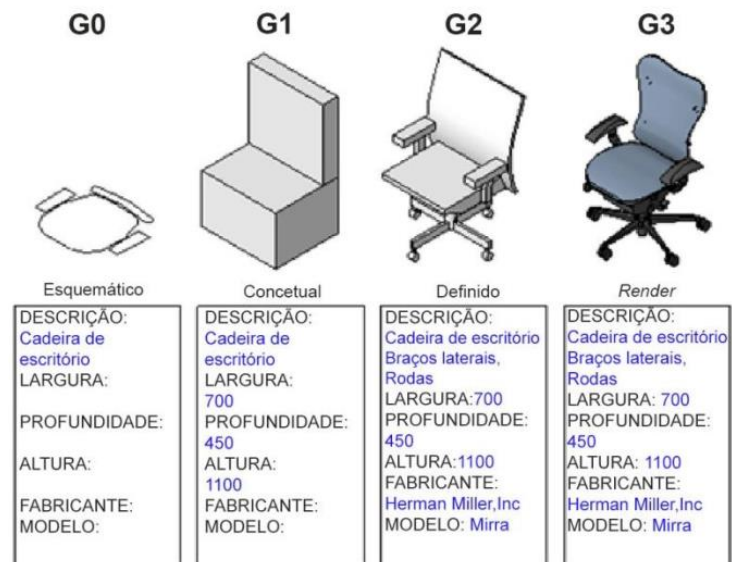
Figura 8 - Caos de informações vs. Informações compartilhadas



Fonte: Silva, Huppes e Pedrozo (2018)

Como pode ser verificado na Figura 9, existem níveis de detalhamento de projeto, e Venâncio (2015) descreve que os detalhes são representações mais simbólicas, limitadas ao 2D, e podem chegar a uma concepção parametrizada com imagens em 3D e com informações atribuídas aos componentes. O nível G0 – “Esquemático” é a limitação do CAD, já o BIM pode alcançar o G3 – “Render”.

Figura 9 - Nível de detalhe



Fonte: Venâncio (2015)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para análise do tema supracitado, realizou-se uma pesquisa em campo, com objetivo de apresentar de forma quanti-qualitativa o conhecimento dos discentes da UFERSA no Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros, com relação aos avanços mundiais e nacionais do BIM nos campos das Construções, Engenharias e Arquitetura. Além disso, evidenciar o nível de segurança dos alunos ao serem questionados sobre BIM, a satisfação do mesmo sobre o conteúdo ensinado na instituição e o quão estão preparados para a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM - Estratégia BIM BR, lançada desde 16 de maio de 2018 (BRASIL, 2018).

Para obtenção das referidas concepções foi aplicado um questionário sucinto e direto, que está transcrito no Anexo I, contendo áreas de conhecimento mais generalizado sobre BIM, forma em que conheceram e sobre quais temáticas os alunos associam à tecnologia. Dentro do corpo de perguntas ainda contempla áreas de entendimento sobre o plano de implementação do BIM em outros países e também sobre a Estratégia BIM BR. As perguntas também abordavam itens listados afim de averiguar qual o grau de importância os discentes atribuíam a cada aplicação da Modelagem da Informação na Construção.

Depois de verificada a população de estudo e quais questões seriam abordados, foi analisada qual a amostra necessária para a pesquisa. O cálculo da amostra foi embasado na expressão matemática descrita por Miot (2011):

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q \cdot \left(Z_{\frac{\alpha}{2}}\right)^2}{(N - 1) \cdot E^2 + p \cdot q \cdot \left(Z_{\frac{\alpha}{2}}\right)^2}$$

onde,

n é o tamanho da amostra;

N é o tamanho da população (finita);

p é a proporção de resultados favoráveis da variável na população;

q é a proporção de resultados desfavoráveis na população;

$Z_{\frac{\alpha}{2}}$ é o valor crítico para o grau de confiança desejado;

E é o erro padrão.

Como $q = (1 - p)$ a equação fica da seguinte forma:

$$n = \frac{N \cdot p \cdot (1 - p) \cdot \left(\frac{Z_{\alpha}}{2}\right)^2}{(N - 1) \cdot E^2 + p \cdot (1 - p) \cdot \left(\frac{Z_{\alpha}}{2}\right)^2}$$

Para o presente estudo tem-se uma população de 83 alunos devidamente matriculados no curso de bacharelado em engenharia civil, na UFERSA – Pau dos Ferros, no semestre letivo 2019.2. Para obter o valor crítico para um grau de confiança de 90% foi utilizado os valores de Fontelles *et al.* (2010) apresentados na Figura 10.

Figura 10 - Valores calculados para Z_{α} e Z_{β} conforme o valor do erro alfa e do erro beta

Erro α	Bicaudal ($z_{\alpha/2}$)	Poder do teste ($1 - \beta$)	Unicaudal (z_{β})
0,01	2,58	0,95	2,33
0,05	1,96	0,90	1,64
0,10	1,64	0,85	1,28
0,20	1,28	0,80	0,84

Fonte: Fontelles *et al.* (2010)

Para o cálculo foi adotado $Z_{\frac{\alpha}{2}} = 1,64$ (90%), para um erro de 5% ($E = 5\%$) e para uma proporção de resultados favoráveis de 50% ($p = 50\%$), tem-se:

$$n = \frac{N \cdot p \cdot (1 - p) \cdot \left(\frac{Z_{\alpha}}{2}\right)^2}{(N - 1) \cdot E^2 + p \cdot (1 - p) \cdot \left(\frac{Z_{\alpha}}{2}\right)^2}$$

$$n = \frac{83 \cdot 0,50 \cdot (1 - 0,50) \cdot (1,64)^2}{(83 - 1) \cdot 0,05^2 + 0,50 \cdot (1 - 0,50) \cdot (1,64)^2}$$

$$n = 64 \text{ pessoas}$$

Como o número da amostra calculada foi de 64 pessoas, por conseguinte, foram aplicados 64 questionários aos discentes do curso de engenharia civil. Após a obtenção das respostas dos aluno, foi criada uma planilha no EXCEL, onde foram desenvolvidos as figuras apresentadas no capítulo a seguir e averiguado os resultados da pesquisa.

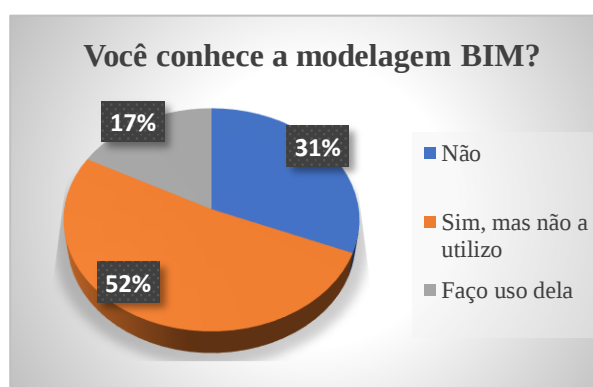
4. RESULTADOS E DISCURSÕES

Com a disseminação do BIM no mundo, a presente pesquisa retratou sobre o conhecimento dos futuros profissionais, engenheiros civis em formação, o quão qualificados eles estão para as necessidades do mercado e qual o suporte que as instituições de ensino estão fornecendo, mais especificamente, a UFERSA- Pau dos Ferros, local de desenvolvimento da pesquisa.

Nos questionamentos direcionados aos discentes, perguntou-lhes se conheciam a tecnologia BIM, como descrito na Figura 11, os resultados mostram que a grande maioria tem ideia do que é a Modelagem da Informação na construção, sendo que 31% dos alunos desconhecem, sendo relevante destacar que dos que conhecem, poucos fazem uso. Os dados descrevem que mesmo com as solicitações de novas tecnologias ligadas as áreas de AEC, mais de 80% dos alunos não fazem uso do BIM.

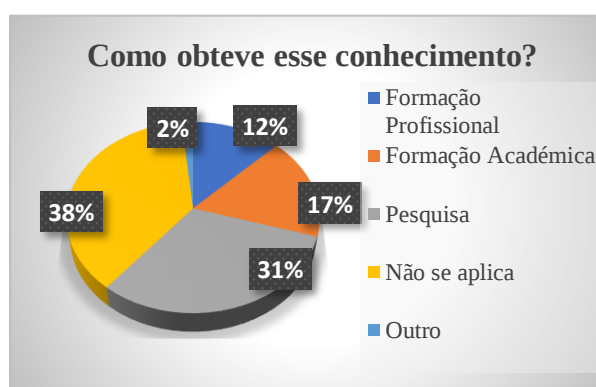
Em outra pergunta direcionada aos alunos de engenharia civil, indagou-se como conheceram o BIM, como apresentado na Figura 12. Entre os alunos que obtinham conhecimento, mais de 40% o obtiveram independente da universidade. Com isso, indaga-se: a UFERSA – CMPF não está acompanhando o mercado ao qual está formando profissionais?

Figura 11 - Análise quanto aos conhecedores de BIM



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Figura 12 - Verificação da obtenção do conhecimento sobre BIM



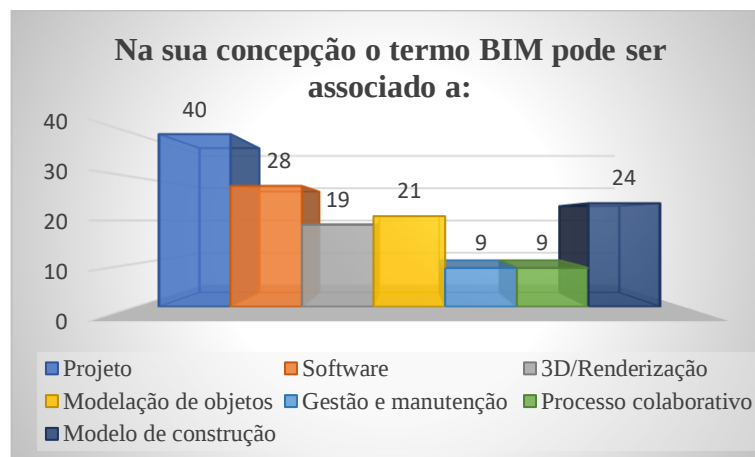
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

É importante mostrar com os dados da pesquisa que os alunos estão trilhando caminhos paralelos à universidade para acompanhar as tendências de mercado, segundo o que a maioria identificou que conheceu o BIM em pesquisas e formações profissionais.

Já em outro questionamento, analisa-se como os alunos idealizam o BIM, como destacado na Figura 13. Na concepção deles a tecnologia é associada na maioria dos casos a projetos e *software*. Em casos singulares, tiveram alunos que ligaram o BIM a todas opções

possíveis, aqueles que tem um conhecimento mais próximo da Modelagem da Informação na construção.

Figura 13 - Análise dos parâmetros que associam ao BIM

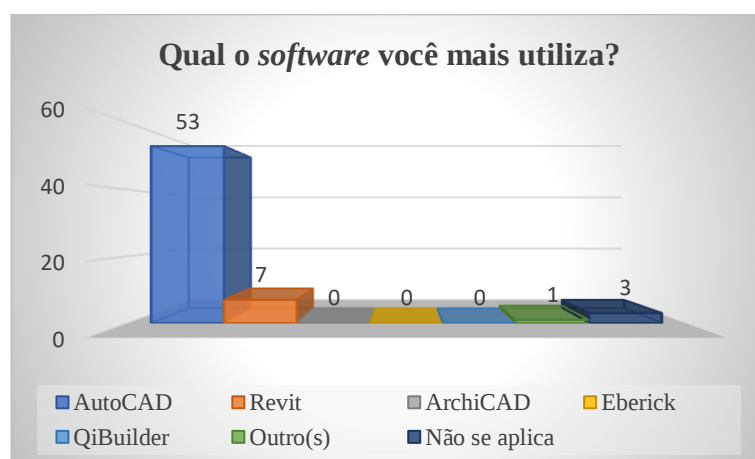


Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Na sequência da pesquisa, indagou-se sobre a ferramenta computacional mais usada pelos discentes, e como é retratado na Figura 14, obteve-se que quase 90% deles utilizam o AutoCAD, como era de se esperar. Tal fato se dá por dois motivos, o primeiro por ser a característica dos profissionais da área que já atuam, e segundo, o mais importante, por ser um *software* estudado em componente curricular da instituição, sendo que esta não contempla nenhum componente destinado ao BIM em sua matriz curricular.

As mesmas características observadas nos alunos refletem sobre as empresas inseridas no mercado de trabalho, como é apresentado por Porto (2018), o programa que é mais utilizado também é o AutoCAD, ganhando destaque o Revit, *software* que vem sendo aplicado na inserção do BIM.

Figura 14 - Averiguação do programa mais usado

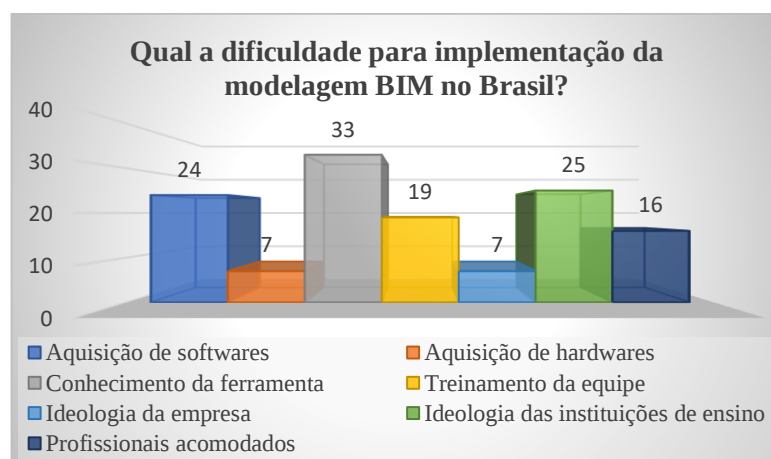


Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Na sequência da pesquisa, foi feito o seguinte questionamento: “Qual a dificuldade para implementação do BIM no Brasil?”, e constatou-se na visão dos estudantes que o principal empecilho é o conhecimento da tecnologia, seguida da ideologia das instituições de ensino e aquisição de *software*, como visto na Figura 15.

Observa-se que de acordo com os alunos, existe uma carência de ensino da Modelagem da Informação na Construção e isso reflete na maior dificuldade que os alunos salientaram, que é justamente o conhecimento da ferramenta. Já a aquisição de programas para modelagem em BIM é onerosa, pois os softwares são caros, dificultando a inserção da tecnologia. como é descrito por Venâncio (2015) e Porto (2018), os principais empecilhos do uso do BIM se dão pelos custos elevados dos *softwares* e tempo necessário para se treinar equipes.

Figura 15 - Abordagem sobre empecilhos da implementação do BIM no país



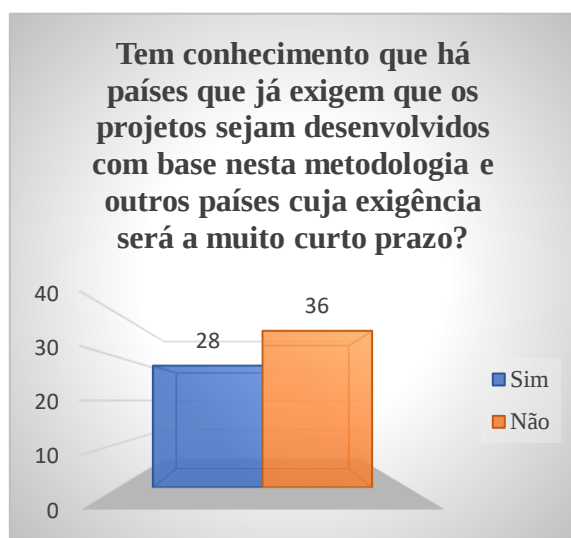
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Na pesquisa averiguou-se o conhecimento dos alunos quanto a abrangência e disseminação do *Building Information Modeling* no mundo, com os dados da Figura 16, verifica-se que 28 dos entrevistados sabem das metodologias de implementação do BIM em outros países, e já na Figura 17, nota-se que conhecem ainda menos as estratégias de disseminação da Modelagem da Informação na Construção no Brasil, ou seja, aproximadamente 17% dos discente sabem do decreto nº 9.377.

Na sequência são apresentados na Figura 18, parâmetros da modelagem BIM e o julgamento dos estudantes quanto a sua relevância. Diante do que pode ser observado na Figura 18, nas respostas coletadas pode-se concluir pelos questionamentos: Melhor compreensão do projeto pela visualização 3D (Figura 18(a)); Redução do tempo e custos de projeto/obra (Figura 18(c)); Redução de erros e omissões (Figura 18(d)); Apoio à gestão da obra (Figura 18(f)); Análise de sustentabilidade (Figura 18(h)), obteve-se como resposta ‘Muito importante’, ou

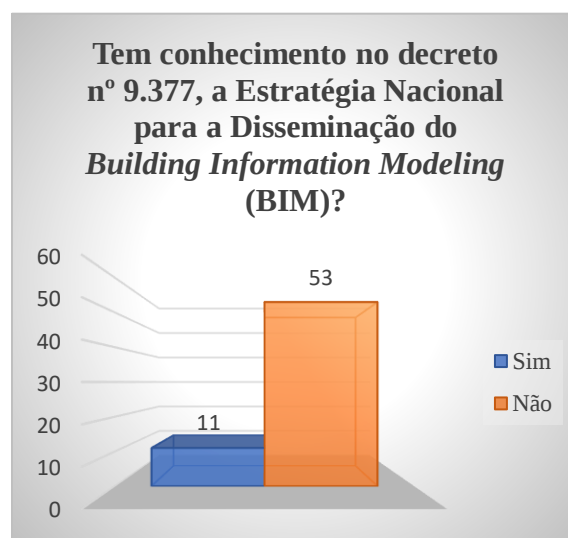
seja, de forma bem clara, a tecnologia BIM ajuda na visualização do projeto e redução de custos, e de forma mais amena, a maioria dos alunos concordam que a metodologia do BIM seja muito importante para redução de erros, gestão e análise de sustentabilidade de edificações.

Figura 16 - Verificação sobre disseminação do BIM no mundo



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Figura 17 - Análise do entendimento sobre a Estratégia BIM BR



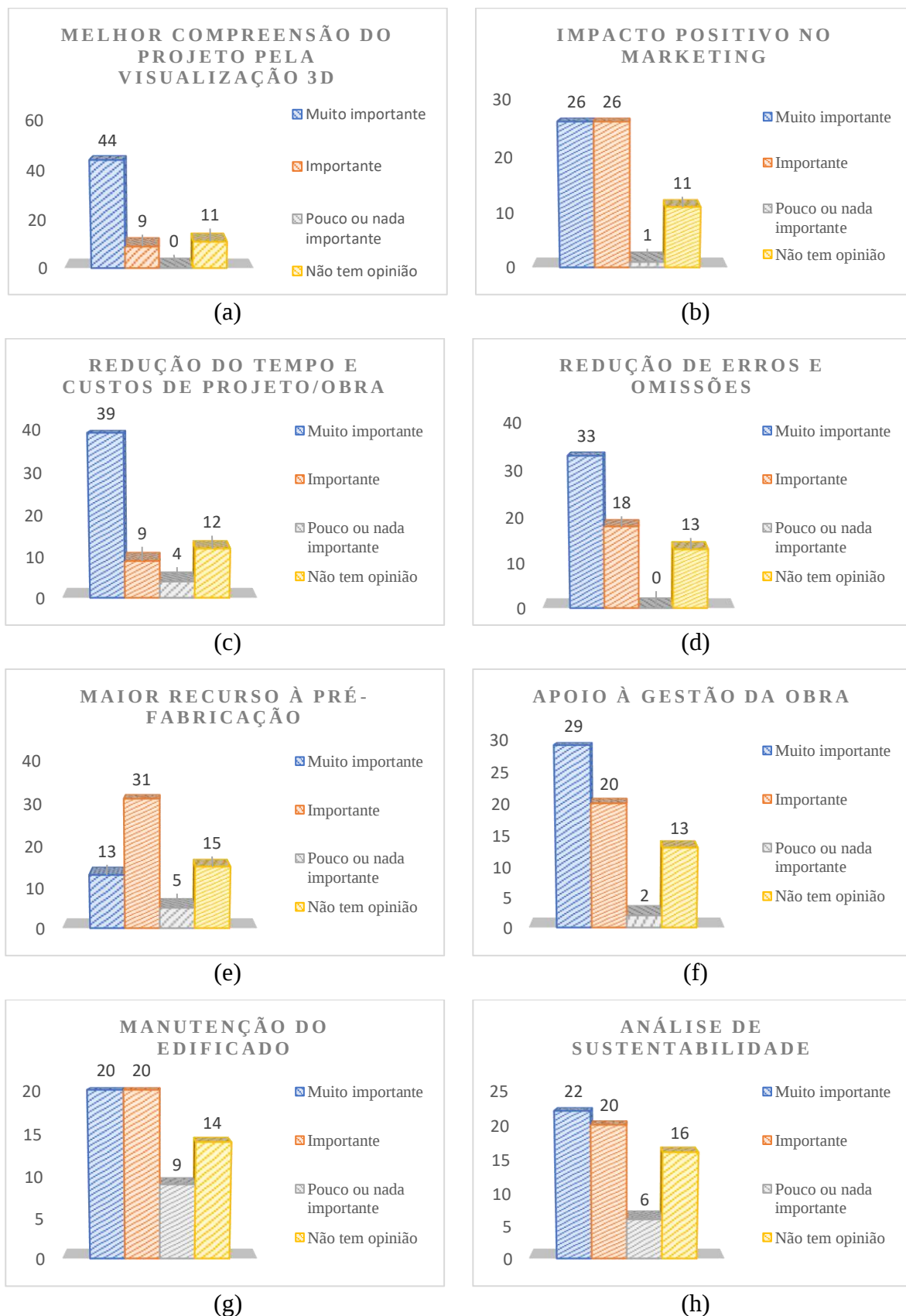
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Já nos questionamentos sobre o impacto no marketing (Figura 18(b)) e manutenção de edifícios (Figura 18(g)), chegou-se ao empate entre as opções ‘Muito importante’ e ‘Importante’, com 26 e 20 respostas, respectivamente. Vale salientar que o questionamento: Manutenção do edificado (Figura 18(g)) foi o que obteve mais respostas de ‘Pouco ou nada importante’, ou seja, a visão da Modelagem da Informação na Construção que os discentes tem é muito atrelada à projetos, sendo que o BIM pode ser aplicado bem além disso.

E no questionamento: Maior recurso à pré-fabricação (Figura 18(e)) foi a única pergunta onde a maioria dos alunos declaram que o uso do BIM seria apenas ‘Importante’ e teve como a segunda opção mais respondida ‘Não tem opinião’, ou seja, isso mostra como os alunos tem um conhecimento limitado quanto a abrangência da utilização do BIM.

Venâncio (2015) destaca que as principais vantagens do BIM são: a visualização do projeto, diminuição dos erros e facilidades nas modificações de projeto. Porto (2018) relata que a grande vantagem do BIM é a redução de erros, tanto na compatibilização de projetos, como nas falhas de execução, diminuindo o retrabalho.

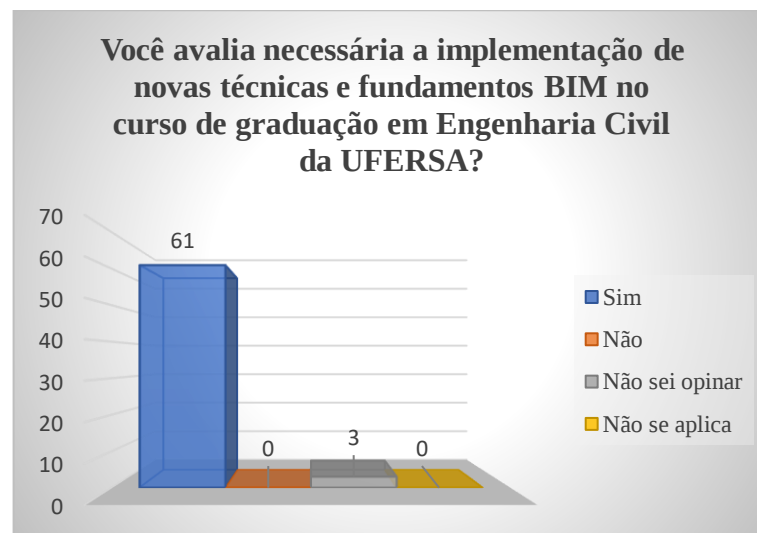
Figura 18 - Classificação quanto a importância de fatores designados a implementação do BIM



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Com referência ao supracitado, constatou-se a carência de conhecimento dos alunos de bacharelado de engenharia civil quanto ao *Building Information Modeling*, e no fechamento da pesquisa averiguou na seguinte pergunta: Você avalia necessária a implementação de novas técnicas e fundamentos BIM no curso de graduação em Engenharia Civil da UFERSA? e exceto os aproximadamente 5% que não souberam opinar, como consta na Figura 19, as respostas dos alunos foram unânimes, e por conseguinte, declarando que necessitam da intervenção da instituição de ensino para aprimorar a própria universidade como também os profissionais que ela forma.

Figura 19 - Abordagem relacionada a necessidade de BIM na UFERSA



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho relatou o conhecimento da tecnologia BIM e a modelagem de modelos virtuais e seus benéficos, como também foi descrito o conhecimento que os alunos do curso de engenharia civil da UFERSA – CMPF demonstram sobre a temática, atingindo os objetivos esperados.

É notório pelos resultados obtidos no inquérito aplicado com os discentes que o conhecimento dos mesmos é limitado. Mesmo após o decreto nº 9.377 a instituição de ensino não fez modificações em seu projeto de curso para ensinar a Modelagem da Informação na Construção, e os alunos responderam que necessitam do ensino da plataforma BIM na graduação.

Nas respostas fica evidente que poucos conhecem o BIM. Os que contém entendimento do que seja a tecnologia, à adquiriram de forma individualizada e pelas próprias pesquisas, apresentando uma visão restrita, pois, na maioria dos casos foi feita a relação a projetos e *softwares*.

Outro fato importante a ser mencionado é o do uso do AutoCAD, uma ferramenta estudada na instituição e por consequência mais usada entre os alunos, utilizada por 53 dos 64 discentes entrevistados, ou seja, os alunos estão sujeitos a tecnologia CAD 2D do século passado.

Denota-se então que os discentes expõem carência do ensino do BIM na UFERSA, mais especificamente no centro multidisciplinar de Pau dos Ferros, quando constam que precisam conhecer mais ferramentas que utilizem BIM, que a universidade mude a sua ideologia de ensino e passe a fazer uso de sistemas colaborativos. Contudo, os alunos da UFERSA em praticamente sua totalidade, alegam necessária a inserção do BIM na universidade.

Contudo, é essencial que a UFERSA adote uma nova metodologia de ensino, que contenha contexto multidisciplinar, com a integração das áreas de atuação da engenharia civil, que instrua aos discentes a trabalharem em equipe, seja para execução de projetos interdisciplinares, como também, grupos para desenvolver projetos de uma disciplina. E que o ensino envolva todos os estágios de implementação do BIM, do BIM 3D ao BIM 7D.

E para estudos futuros, poderá se averiguar qual a melhor forma de inserir o BIM nas universidades que não ensinam a tecnologia emergente, assim como, o quão dispostos estão os docentes para essas alterações e quais são os seus níveis de conhecimento e uso do BIM.

6. REFERÊNCIAS

BARRETO, Bruna Vieira et al. **O BIM NO CENÁRIO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRO**. 2016. Disponível em: <<http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/4811>>. Acesso em: 03 out. 2019.

BASTO, Priscilla Elisa de Azevedo; LORDSLEEM JUNIOR, Alberto Casado. Ensino de BIM em curso de graduação em engenharia civil em uma universidade dos EUA: estudo de caso. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 16, n. 4, p.45-61, dez. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000400104>.

BENEDETTO, Henrique; BERNARDES, Maurício M. S.; PIRES, Roberto W.. **ENSINO DE BIM NO BRASIL – Análise do Cenário Acadêmico**. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/destec/wp-content/uploads/2018/07/Ensino-de-BIM-no-Brasil-201602-r02-n%C3%A3o-alterado-final.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

BRASIL (2018). Ministério da Economia Indústria, Comércio Exterior E Serviços. **ESTRATÉGIA NACIONAL DE DISSEMINAÇÃO DO BIM - ESTRATÉGIA BIM BR**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim>>. Acesso em: 15 dez. 2019.

BRASÍLIA-DF. SECRETARIA DE PROJETOS E OBRAS. **IMPLANTAÇÃO BIM NO MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS (MPDFT)**. 2019. Disponível em: <https://www.mpdft.mp.br/portal/pdf/comunicacao/mar%C3%A7o_2019/APRESENTA%C3%87%C3%83O_IMPLANTA%C3%87%C3%83O_BIM-MPDFT-JAN2019_Divulga%C3%A7%C3%A3o_SPO_12_03_2019.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2020.

CALSAVARA, Camila Dias Santos; RIBEIRO, Sidnea Eliane Campos. **O CONCEITO E AS PRÁTICAS DE BIM ENTRE OS DISCENTES DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UFMG**. 2018. Disponível em: <<http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/5184/3261>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

CURITIBA. Portal Bim do Paraná. Secretaria de Infraestrutura e Logística. **BIM no Mundo**. Disponível em: <<http://www.bim.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=17>>. Acesso em: 10 dez. 2019.

DEGASPERI, Anderson Borges et al. **ESTUDO DA TECNOLOGIA BIM E OS DESAFIOS PARA SUA IMPLANTAÇÃO**. 2018. Disponível em: <<https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/07/revista-espaco-academico-v07-n02-artigo-05.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2019.

FONTELLES, Mauro José et al. METODOLOGIA DA PESQUISA: DIRETRIZES PARA O CÁLCULO DO TAMANHO DA AMOSTRA. **Revista Paraense de Medicina**, [s. L.], v. 24, n. 1, p.57-64, jan. 2010. Disponível em: <<http://files.bvs.br/upload/S/0101-5907/2010/v24n2/a2125.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

KOELLN, Friedrich Pfeifer. **TECNOLOGIA BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL: COMPOSIÇÃO DE CUSTO DIRETO**. 2015. 92 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia

Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

LIMA, Wagner Martins de, (Brasília-DF). Secretaria de Projetos e Obras (SPO). **IMPLANTAÇÃO BIM NO MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS (MPDFT)**. 2019. Disponível em: http://www.mpdft.mp.br/portal/pdf/comunicacao/mar%C3%A7o_2019/APRESENTA%C3%87%C3%83O_IMPLANTA%C3%87%C3%83O_BIM-MPDFT-JAN2019_Divulga%C3%A7%C3%A3o_SPO_12_03_2019.pdf. Acesso em: 28 set. 2019.

MASOTTI, Luís Felipe Cardoso. **ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO E DO IMPACTO DO BIM NO BRASIL**. 2014. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

MIOT, Hélio Amante. Tamanho da amostra em estudos clínicos e experimentais. **J Vasc Bras**, Botucatu (sp), v. 10, n. 4, p.275-278, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jvb/v10n4/v10n4a01>>. Acesso em: 15 dez. 2019.

NEIVA NETO, Romeu da Silva; FARIA, Brayer Luiz de; BIZELLO, Sérgio Adriano. Implantação de BIM em uma construtora de médio porte: caso prático, da modelagem a quantificação. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 5, n.1, p. 45-51, jan./jun. 2014.

PEREIRA, Pedro Augusto Izidoro; RIBEIRO, Rochele Amorim. **A INSERÇÃO DO BIM NO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283307750_A_INSERTAO_DO_BIM_NO_CURSO_DE_GRADUACAO_EM_ENGENHARIA_CIVIL>. Acesso em: 27 nov. 2019.

PEREIRA, Priscila Pacheco Kanashiro. **IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO SETOR DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE UMA CONSTRUTORA**. 2014. 42 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Gerenciamento de Obras, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2014.

PORTO, Eric Lira. **ANÁLISE DO PANORAMA DA MODELAGEM BIM ENTRE OS PROFISSIONAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE JOÃO PESSOA - PB**. 2018. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **METODOLOGIA DO TRABALHO CIENTÍFICO: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2013. Disponível em: <<http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2019.

SILVA, Gediel da; HUPPES, Fábio; PEDROZO, Éder. **MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM) APLICADA À ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO CIVIL**. In: XXIII SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO,

PESQUISA E EXTENSÃO, 2018, Cruz Alta/rs. 2018. p. 1 - 11.

VENÂNCIO, Maria João Lima. **AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DE BIM – BUILDING INFORMATION MODELING EM PORTUGAL**. 2015. 402 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Engenharia Civil — Especialização em Construções Cíveis, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2015.

ANEXO I: Questionário

1. Você conhece a modelagem BIM?

- ☐ Não
- ☐ Sim, mas não a utilizo
- ☐ Faço uso dela

2. Como obteve esse conhecimento?

- ☐ Formação Profissional
- ☐ Formação Acadêmica
- ☐ Pesquisa
- ☐ Não se aplica
- ☐ Outro: _____

3. Na sua concepção o termo BIM pode ser associado a:

- ☐ Projeto
- ☐ Software
- ☐ 3D/Renderização
- ☐ Modelação de objetos
- ☐ Gestão e manutenção
- ☐ Processo colaborativo
- ☐ Modelo de construção

4. Qual o software você mais utiliza? (Assinalar apenas uma alternativa)

- ☐ AutoCAD
- ☐ Revit
- ☐ ArchiCAD
- ☐ Eberick
- ☐ QiBuilder
- ☐ Outro(s)
- ☐ Não se aplica

5. Qual a dificuldade para implementação da modelagem BIM no Brasil? (Pode-se assinalar mais de uma alternativa)

- ☐ Aquisição de *softwares*
- ☐ Aquisição de *hardwares*
- ☐ Conhecimento da ferramenta
- ☐ Treinamento da equipe
- ☐ Ideologia da empresa
- ☐ Ideologia das instituições de ensino
- ☐ Profissionais acomodados

6. Tem conhecimento que há países que já exigem que os projetos sejam desenvolvidos com base nesta metodologia e outros países cuja exigência será a muito curto prazo?

- ☐ Sim
- ☐ Não

7. Tem conhecimento no decreto nº 9.377, a Estratégia Nacional para a Disseminação do *Building Information Modeling* (BIM)?

- ☐ Sim
- ☐ Não

8. Classifique as principais vantagens que conhece da utilização da metodologia BIM.

	Muito importante	Importante	Pouco ou nada importante	Não tem opinião
Melhor compreensão do projeto pela visualização 3D	☐	☐	☐	☐
Impacto positivo no marketing	☐	☐	☐	☐
Redução do tempo e custos de projeto/obra	☐	☐	☐	☐
Redução de erros e omissões	☐	☐	☐	☐
Maior recurso à pré-fabricação	☐	☐	☐	☐
Apoio à gestão da obra	☐	☐	☐	☐
Manutenção do edificado	☐	☐	☐	☐
Análise de sustentabilidade	☐	☐	☐	☐

9. Você avalia necessária a implementação de novas técnicas e fundamentos BIM no curso de graduação em Engenharia Civil da UFERSA?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei opinar
- ☐ Não se aplica